

СЕКЦИЯ 2

**«СТРОИТЕЛЬСТВО И
АРХИТЕКТУРА -
ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА И
ПРАКТИКА»**

СОДЕРЖАНИЕ

3D АРХИТЕКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ТОГДА И СЕЙЧАС Абдуллаева Г. Д., преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан	14
ИННОВАЦИИ И ОБРАЗОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ АЗИАТСКИХ СТРАН Гылыджов Г., преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан	17
ПРОБЛЕМЫ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ЭКСТРЕМИЗМА ЗАСТРОЙЩИКОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН Авдеева А.А., Салов А.С., канд. техн. наук, доцент, Ахметшин Р.М., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа	20
УСТРОЙСТВО МОДУЛЬНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»	25
ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ОКНА: ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА НИЗКОЭМИССИОННЫХ СТЕКОЛ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПЛЁНОК Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»	32
СОЕДИНЕНИЕ ТОНКИХ СТАЛЬНЫХ ОБШИВОК С ДЕРЕВЯННЫМ КАРКАСОМ ПРИ ПОМОЩИ ГВОЗДЕЙ С ПОРОХОВЫМ ЗАРЯДОМ Жаданов В.И., доктор технических наук, профессор, Нестеренко М.А., старший преподаватель кафедры СК, Аксенов М.Н., аспирант кафедры СК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	38
ВОЗДЕЙСТВИЕ ПАВОДКОВЫХ ВОД НА ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ Аркаев М.А., кандидат технических наук, доцент кафедры СК, Украинченко Д.А., кандидат технических наук, доцент кафедры СК, Лисов С.В., старший преподаватель кафедры СК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	42
СТАТИСТИКА АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ Рузанов Н.А., Ахмадуллин Р.Р., канд. техн. наук, доцент, Ривкин С.Г., Федеральное	

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа 46

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЕННОЙ ФОРТИФИКАЦИИ: ПАРАДИГМАЛЬНЫЙ СДВИГ В СОЗДАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ Базаров Р.А. студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 52

НАСЛЕДСТВО ДРЕВНЕГО ГОСУДАРСТВА УРАТУ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ. КРЕПОСТЬ ТЕЙШЕБАНИ Барсегян Э.А., студент, Мельникова О.В., старший преподаватель, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет» .. 57

ПОВЫШЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ ПРОЕКТОВ Бероева Е.А., кандидат педагогических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», город Оренбург 62

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С ДОБАВКАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ Бикбулатов М.Р., Синицин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Юдин А.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа 67

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ Миргалиев А.Н., Бикташева А.Р., канд. техн. наук, доцент, Юдина М.С., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа 72

МЕТОДИКИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ Мельникова О.В., научный руководитель, Буряк Е.В., студент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург..... 77

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ BLENDER И КОМПАС-3D ПРИ СОЗДАНИИ 3D-МОДЕЛЕЙ Ваншина Е.А., кандидат педагогических наук, доцент, Ваншин В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Шаршнев К.В., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 82

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ "ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ"	Гаврилов А.А., канд.техн. наук , Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	87
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ	Гаврилов А.А., канд. техн. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	90
РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА	Гарипов В. С., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	94
МЕТОДИКА СИСТЕМАТИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ФАКТОРОВ ПРЯМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКЛОНЕНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ	Гильмутдинова Л.Ф., Глазачев А.О., канд. техн. наук, доцент, Кашаева Э.И., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа	98
КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	Гирин В.А., Маторнова О.Н., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Оренбург	104
СМАРТ-ОКНА С ИЗМЕНЯЕМЫМ КОЭФИЦИЕНТОМ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ	Гирин В.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	108
ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	Гирин В.А., Гирин А.Н. канд. экон. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.....	112
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ НОРМИРОВАНИИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ	Дергунов С.А., к.т.н., доцент, Горбачев С.В., к.т.н., доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования	

«Оренбургский государственный университет» Горбачев В.С., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» 118

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В КУРСЕ КОЛОРИСТИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ В ИСТОРИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ ГОРОДА. Грекова А.И., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Оренбург 121

«СМАРТ-ОКНА» - СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ Иванова А.П. д-р техн. наук, профессор, Делигирова В.В. канд. техн. наук, Гунько Н.М. аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 129

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Иванова А.П. д-р техн. наук, профессор, Васильева М.А. канд. техн. наук, доцент, Гунько Н.М. аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Межуева Л.В. д-р техн. наук, профессор, Отдел геоэкологии ОФИЦ УрО РАН 133

ПОТЕНЦИАЛ ТЮЛЬГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КИРПИЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Гурьева В.А., доктор технических наук, доцент, Вожаев Д.С., аспирант, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 138

РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ В ТУРКМЕНИСТАНЕ Гылыджов Г., преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан 143

РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ В ТУРКМЕНИСТАНЕ: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА И ПРАКТИКА Гылыджов Г., преподаватель, Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан 147

КАФЕДРА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент, Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г.В., Спирина А.Ю., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 151

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ	
Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г.В., Спирина А.Ю., Антипов А.В., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»	156
СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОСТРАНСТВА	
Дергунов С.А., кандидат технических наук, доцент, Ольховая Т.А., профессор, доктор педагогических наук, Федосеенко Г.В., Спирина А.Ю., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	161
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ	
Дмитриев М. К., Стрижакова К. Д., Ильина А.А., канд. техн. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	165
КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОГУ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ	
В.И. Жаданов, О.В. Никулина, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	169
КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ	
Жаданов В.И., доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	173
АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОЦЕДУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ОБЩЕГО ИМУЩЕСТВА В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ	
Зайцева К.Н., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	179
ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ (РАСЧЁТНЫХ) РАСХОДОВ ВОДЫ ИЗ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ НА ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ	
Изаак С.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	191
К ВОПРОСУ ПРАВИЛЬНОГО РАСЧЁТА СРЕДНЕЛОГАРИФМИЧЕСКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ В ТЕПЛОВЫХ ПУНКТАХ	
Изаак С.А.,	

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 200

ВВЕДЕНИЕ КУРСА РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ Тукашев Ж.Б., канд. техн. наук, Казагачев В.Н., специалист, Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова 206

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО СТРОИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ Таханова Г.Ж., магистр технических наук, Казагачев В.Н., старший преподаватель, Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, г. Актобе, Казахстан 211

АРХИТЕКТОР А.А. ЯЩЕНКО И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НАЦИОНАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЭКЛЕКТИКИ В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ Климова Ю.В., кандидат архитектуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 215

МИХАИЛ ПАВЛОВИЧ МАЛАХОВ И ЕГО АРХИТЕКТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ Климова Ю.В., кандидат архитектуры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 220

МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТАХ Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 224

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО БЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург 229

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА Кузнецова Е.В., кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Оренбург 235

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОНИТОРИНГЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Фролов В.А., Кулешов И.В., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Оренбург 243

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ Фролов В.А., Кулешов И.В., Федеральное государственное

бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», Оренбург.....	246
ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТВОРЧЕСТВА АРХИТЕКТОРА ВИНЧЕНЦО БРЕННА Латышев О.Ю., Международная Мариинская Академия им. М.Д. Шаповаленко, г. Москва, Россия, para888@list.ru	249
ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСНОВНЫЕ ТРУДНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ ВИМ-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНУЮ ПРАКТИКУ Лисов С.В., старший преподаватель кафедры СК, Аркаев М.А., кандидат технических наук, доцент кафедры СК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.....	253
ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В КАРКАСНЫХ ЗДАНИЯХ Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»	258
РЕКОНСТРУКЦИЯ- ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ И ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ЗДАНИЯ Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»	264
СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ГИПСА МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОАЛМАЗАМИ Магомедова А.И., Матвеева Л.Ю., д-р техн. наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург.....	270
ГЕОПОЛИМЕРНЫЙ БЕТОН ДЛЯ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент, Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»	274
АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Мохнаткина Л.Б., канд. экон. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	278
ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Мохнаткина Л.Б., канд. экон. наук, доцент, Федеральное	

государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	283
ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ Муртазина Л.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	287
УСИЛЕНИЕ СЛАБЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ФУНДАМЕНТОВ Муртазина Л.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	291
ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ Украинченко Д.А., кандидат технических наук, доцент, Надькин А.А. магистрант кафедры СК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	295
РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ДЕРЕВОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ БАЛОК ДЛЯ КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ПЛИТ Нестеренко М.А., старший преподаватель кафедры СК, Жаданов В.И., доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	299
ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ НЕСУЩИХ РЕБЕР ПЛИТ НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ Нестеренко М.А., старший преподаватель кафедры СК, Жаданов В.И., доктор технических наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	303
ВАРИАНТЫ СОЕДИНЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЗЛОВ ДЕРЕВЯННЫХ КАРКАСОВ НА ВКЛЕЕННЫХ ПЛАСТИНАХ В ЗДАНИЯХ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ Нечаев Александр Андреевич, аспирант, Руднев Игорь Владимирович, канд. тех. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	309
АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ЗАГРУЖЕНИЯ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКОЙ СТАЛЬНОЙ СТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ С ФОНАРЕМ Никулина О.В. канд. техн. наук, доцент, Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	319
ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ДВУХПРОЛЕТНОГО	

ЗДАНИЯ С ФОНАРЕМ НА СРЕДНЕЙ ОПОРЕ Никулина О.В. канд. техн. наук, доцент, Руднев И.В., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	324
СОВРЕМЕННАЯ ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА Оденбах И.А., кандидат педагогических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	329
ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕТОЧНОГО СМАРТ-ОКНА С ОПТИЧЕСКИМ ФИЛЬТРОМ Оденбах И.А., кандидат педагогических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»; Научно-исследовательский институт строительной физики Российской академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), г. Москва.....	334
МЕТОДЫ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ Парфенова А.А., аспирант, Синицин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа ...	343
АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ Сайфутдинова И.С., Терехов И.Г., канд. техн. наук, доцент, Ривкин М.Г., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа	348
ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ Рой Е.А., Салов А.С., канд. техн. наук, доцент, Кузнецова Ю.И., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа	354
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОАРМИРУЮЩИХ ВОЛОКОН ПРИ УСТРОЙСТВЕ ЦЕМЕНТНЫХ ПОЛОВ Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.....	360
УПРОЧНЕНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ НАНОУГЛЕРОДНЫМИ ДОБАВКАМИ Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	365

ОБЗОР БЕСПЛАТНЫХ САПР-ПРОГРАММ ДЛЯ 2D- И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ Семагина Ю.В., к.т.н., доцент, Галкин В. А., Ткаченко К.В., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.....	369
ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ТЕМПЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА Стрижакова К. Д., Дмитриев М. К., Ильина А.А., канд. техн. наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.....	374
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ: ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ Суслин М.Н., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	379
РЕАЛИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ РОССИИ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ Тарановская Е.А., к.т.н., Шевченко О.Н., к.п.н., доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.....	384
СТРОИТЕЛЬСТВО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ Таурит Е.Б., Оденбах И.А., канд. пед. наук, доцент, Бышкин Е.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	389
КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УКРЕПЛЕНИЮ ОТКОСОВ ПОВЫШЕННОЙ КРУТИЗНЫ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ Украинченко Д.А., кандидат технических наук, доцент, Кириллова Е.С., магистрант кафедры СК, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	394
ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ АВТОДОРОГИ Р-240 УФА–ОРЕНБУРГ Халиков Р.М, канд. хим. наук, доцент, Иванова О.В., канд. техн. наук, доцент, Павлов С.Ю., канд. юр. наук, доцент, Глазачев А.О., канд. техн. наук, доцент кафедры, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа ...	399

ОТКРЫТКА КАК КРЕАТИВНОЕ СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ РЕКЛАМНОЙ КОММУНИКАЦИИ Цой В.В., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург	404
ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО КОМПРИМИРОВАНИЯ НА ПРОМЫСЛЕ Чумак А. В., инженер в области экспертизы промышленной безопасности газоснабжения, «ГарантСтройЭксперт-Оренбург», г. Оренбург.....	407
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДДИТИВНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ Шагигалин Г.Ю., ассистент, Синицин Д.А., канд. техн. наук, доцент , Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа ...	412
ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ИНЖЕНЕРА-СТРОИТЕЛЯ Шевченко О.Н., кандидат педагогических наук, доцент, Тарановская Е.А., кандидат технических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет» г.Оренбург	417
ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ПОД ЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ Штурманова М.А., Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород	421
УСИЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КУПОЛА «СОБОРНОЙ МЕЧЕТИ «АР-РАХИМ» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ Сулейманов Т.Ф., Синицин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Порываев И.А., канд. техн. наук, доцент, Юдин А.А., Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический университет» г. Уфа	426
АВТОМАТИЗАЦИЯ РУТИННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ Юсупова Е.Е., студент кафедры ценообразования в строительстве и промышленности, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г.Екатеринбург	431
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ Якашина А.В., магистрант, Моршанкин В.А., магистрант, Тарасеева Н.И., к.т.н., доцент, Федеральное государственное бюджетное	

образовательное учреждение высшего образования «Пензенский
государственный университет архитектуры и строительства», г. Пенза 436

3D АРХИТЕКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ: ТОГДА И СЕЙЧАС

Абдуллаева Г. Д., преподаватель,
Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз,
Туркменистан

Аннотация. В настоящее время, Архитектурная визуализация не нуждается в чертежах или физических моделях, чтобы представить будущий проект. Архитектурное моделирование стало более эффективным благодаря 3D, так как оно помогает лучше передать концепцию. Модели получаются более информативными, более реалистичными и более привлекательными.

Ключевые слова: Архитектурная визуализация, дизайн интерьера и экстерьера, **история 3D-моделирования**, Архитектурный рендеринг.

Однако давай сначала определим, что такое архитектурное моделирование. **3D архитектурное моделирование это процесс создания 3-мерного математического представления здания, экстерьера или дизайна интерьера в 3 этапа: визуализация, конструирование и рендеринг.** Архитектурное моделирование в 3D позволяет дизайнерам создать проект любого типа, масштаба, сложности или материала. Самое большое преимущество трехмерного архитектурного моделирования заключается в том, что **он позволяет покрывать как внутреннюю, так и внешнюю часть проекта.** Это также позволяет легко обновить или заменить некоторые элементы дизайна до того, как процесс будет запущен в действие.

Преимущества 3D-моделирования для архитектуры. Создание строительных и дизайнерских планов старым способом отнимает много времени. Не говоря уже о времени, затрачиваемом на обновления и изменения. В связи с этим 3D-моделирование обладает огромным потенциалом для архитектуры:

- ✓ **Точность** — 3D-моделирование позволяет дизайнерам добиться точных измерений всего здания или мельчайших деталей конструкции.
- ✓ **Скорость** — время моделирования и черчения значительно сокращается, что делает работу дизайнеров более эффективной.
- ✓ **Детальная проработка** — 3D позволяет художникам прорабатывать любой уровень детализации, независимо от масштаба проекта.
- ✓ **Эффективность** — с помощью 3D архитекторы могут обнаружить потенциальные ошибки, получить представление о сур1ТП19Т паттернах и визуализировать индивидуальные интерьеры.
- ✓ **Анимация** — 3D позволяет тебе устраивать виртуальные проходы, **виртуальные туры по дому**, и посмотреть на будущий проект с разных

точек зрения и перспектив. Эволюция трехмерного архитектурного моделирования.

Когда 3D-моделирование только появилось, оно было совсем не таким, каким мы знаем его сейчас. И его ценность для архитектурного моделирования некоторое время была недооценена [1, 2].

Этот краткий обзор истории 3D-моделирования для архитектуры и дизайна должен дать тебе больше понимания. Начало: 1960-е годы **история 3D-моделирования начинается с. Sketchpad**, программа, которая могла читать рисунки, сделанные световым пером, изобретенная Иваном Сазерлендом в 1963 году. Sketchpad мог создавать множество похожих рисунков на основе основного рисунка. Кроме того, он мог корректировать все из них, когда в основной вносились какие-либо изменения.

Потрясающие 3D-дизайны, которые мы можем видеть сейчас, развивались на протяжении десятилетий. Мы рассмотрим их далее. Первые шаги: 1990-2000 гг. с тех пор как 3D-моделирование стало более популярным, оно перестало использоваться только для рекламы и телевидения. Многие отрасли включили его в себя, включая дизайн и архитектуру. В частности, **ситуация изменилась с выходом многих программ для 3D-моделирования в 1990-х годах**. Первые версии современных Autodesk 3d Max, Cinema 4D, Blender и Maya появились примерно тогда.

Низко полигональная модель города примерно в это же время **NURBS-моделирование** начал развиваться. Хотя первые модели были low poly и нереальными, это был совершенно новый уровень для архитектуры и дизайна, который никто не мог даже представить. Обретение популярности: 2000-2010 гг. **В течение следующего десятилетия популярность CGI в архитектурное моделирование только прогрессировал**. Это открыло множество новых возможностей и функциональных возможностей для дизайнеров. Компьютерные графические программы стали еще более совершенными [3, 4].

В частности, Autodesk 3d Max представил модуль Fur & Hair и новые материалы, такие как шерсть и стекло. **Autodesk Revit**, очень популярная программа среди инженеров и архитекторов, была выпущена в это время. Поскольку 3D стало более фотореалистичным, в этот период также появилось множество программ для рендеринга.

В последнее десятилетие понятие 3D архитектурного моделирования стало общепринятым. Ты не встретишь ни одного дизайнера или архитектора, который бы не использовал 3D для визуализации. Сейчас ты можешь найти не только разнообразное программное обеспечение, но и множество **Услуги по 3D-рендерингу** используемых в архитектурном дизайне. **Архитектурное моделирование теперь использует больше текстур, материалов и световых**

эффектов для создания высококачественного дизайна. Ты вряд ли сможешь отличить 3D-дизайн от реальных фотографий.

Современное применение 3D в архитектуре Лучшие продукты для трехмерного архитектурного моделирования.

Количество программного обеспечения - не единственный продукт эволюции архитектурного моделирования. Разнообразие дизайнов тоже выросло. Архитекторы и дизайнеры могут создавать пользовательские модели, панорамы, дизайн интерьера и экстерьера, а также анимацию. Вот самые популярные из них. Архитектурный рендеринг

Это один из тех продуктов архитектурного моделирования, который позволяет продемонстрировать и передать настроение интерьера и экстерьера будущего дома. **Эти рендеры отображают завершенный объект в реальности с чрезвычайным уровнем реализма [5].**

Интерактивные 3D-панорамы. Как следует из названия, зритель может перемещаться по картинке, чтобы увидеть каждый угол проекта. Это намного лучше, чем неподвижные виды, поскольку погружает клиентов в панорамы и обеспечивает лучшее понимание дизайна.

Архитекторы и дизайнеры используют 3D CAD-моделирование для создания 3D-чертежей чего угодно - от простых домов до небоскребов. Дело в том, что Автоматизированное проектирование (CAD) использует сложный алгоритм для превращения двухмерных чертежей в трехмерные конструкции.

Модели CAD математически точны что делает их идеальными для визуализации экстерьера. Так, дизайнеры могут легко внедрять материалы, менять цвета и добавлять любые элементы дизайна. Неудивительно, что ты найдешь CAD-моделирование, используемое в самых разных услуги по визуализации экстерьера [6].

Список литературы

1. Огюст Шуази. Всеобщая история архитектуры. 2020.
2. Ален Де Боттон. Архитектура счастья. 2006.
3. Единая система конструкторской документации. – М.: Стандартинформ, 2008.
4. Носова Е.А. Выполнение чертежей с применением графического редактора AutoCAD. – Воронеж: ВГУИТ, 2011.
5. Пекарев Л.Д. 3ds Max для Архитекторов и дизайнеров интерьера и ландшафта. – Санкт-Петербург, 2012.
6. Полещук Н.Н. Самоучитель AutoCAD 2017. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017.

ИННОВАЦИИ И ОБРАЗОВАНИЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ И АРХИТЕКТУРЕ АЗИАТСКИХ СТРАН

Гылыджов Г., преподаватель,

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан

Аннотация. Статья посвящена современному состоянию строительства и архитектуры в Азии, с особым вниманием к образованию, научным исследованиям и практическому применению инновационных технологий. Рассматриваются современные образовательные программы, внедрение цифровых технологий (BIM, CAD), устойчивое строительство и новые материалы. Отдельное внимание уделено научным исследованиям в области энергоэффективности, устойчивости конструкций и интеграции искусственного интеллекта в проектирование.

Ключевые слова: *строительство, архитектура, инновационные технологии, устойчивое строительство, BIM, цифровизация, Азия, практика.*

Строительство и архитектура являются одними из ключевых отраслей, определяющих развитие общества, качество городской среды и экономический рост. В Азии, где наблюдается стремительная урбанизация, формируются новые мегаполисы, расширяются транспортные и инфраструктурные сети, а также реализуются крупные промышленные и жилые проекты. Всё это создаёт высокий спрос на специалистов с современными знаниями и навыками, способными эффективно применять инновационные технологии в строительстве и архитектуре.

1. Роль образования. Современное образование в области строительства и архитектуры в Азии активно трансформируется в сторону интеграции науки и практики. Университеты внедряют программы, ориентированные на:

- цифровое проектирование (BIM, CAD-системы),
- использование новых строительных материалов и технологий (3D-печать, модульное строительство, легкие композитные материалы),
- устойчивое и экологически безопасное строительство,
- управление проектами и строительными процессами с применением информационных технологий.

Образовательные программы всё чаще включают практические стажировки, международные обмены и сотрудничество с индустриальными партнерами, что позволяет студентам приобретать реальные навыки и готовить их к работе в глобальной среде.

2. Научные исследования. Наука в строительстве и архитектуре сосредоточена на разработке инновационных решений для повышения эффективности, безопасности и устойчивости объектов. Основные направления исследований включают:

- проектирование энергоэффективных зданий и использование возобновляемых источников энергии;
- разработку устойчивых конструкций, способных противостоять природным катастрофам (землетрясения, тайфуны, наводнения);

- интеграцию информационных технологий и искусственного интеллекта для оптимизации проектирования и управления строительными процессами;
- изучение новых материалов и технологий для повышения долговечности и снижения затрат.

3. Практическое применение. Строительная практика в Азии характеризуется масштабными проектами, внедрением передовых технологий и инновационных подходов. В крупных городах региона активно реализуются:

- многофункциональные жилые комплексы и небоскрёбы;
- транспортные и логистические хабы;
- промышленные комплексы с современными инженерными системами.

Компании активно сотрудничают с университетами и научными институтами для внедрения новых технологий, повышения качества строительства и снижения эксплуатационных расходов.

4. Актуальные вызовы. Развитие строительной отрасли сталкивается с рядом современных вызовов:

- урбанизация и рост плотности населения в городах;
- необходимость экологически безопасного строительства;
- изменение климата и природные риски;
- интеграция цифровых технологий и автоматизация процессов;
- повышение квалификации специалистов в условиях глобальной конкуренции.

Таким образом, образовательные программы, научные исследования и практика строительства в Азии формируют комплексный подход к подготовке специалистов и обеспечению устойчивого развития городов и регионов. Современные инновации позволяют создавать безопасные, эффективные и экологически ориентированные объекты, соответствующие требованиям современности.

Таблица 1

№	Страна/регион	Университет/Компания	Направление	Инновации/технологии	Эффект
1.	Китай	Tsinghua University	Образование	BIM, 3D-печать, устойчивое строительство	Подготовка специалистов мирового уровня
2.	Япония	University of Tokyo	Наука	Землетрясение-устойчивые конструкции, AI для проектирования	Снижение риска аварий, повышение безопасности
3.	Южная Корея	KAIST	Практика	Модульное строительство, роботизация процессов	Сокращение времени строительства на 25%

4.	Сингапур	National University of Singapore	Образование	Зеленая архитектура, цифровые лаборатории	Формирование экологически ориентированных инженеров
5.	Индия	Indian Institute of Technology	Наука и практика	Использование новых материалов и IT для управления проектами	Оптимизация строительных затрат на 20%
6.	ОАЭ	Dubai Municipality	Практика	Умные города, автоматизация строительных процессов	Повышение эффективности и качества строительства

Строительство и архитектура в Азии находятся на этапе активной трансформации, обусловленной быстрым ростом городов, развитием инфраструктуры и внедрением инновационных технологий. Образование, наука и практика в этой сфере формируют комплексный подход к подготовке специалистов, способных эффективно работать с современными строительными проектами и отвечать на вызовы урбанизации и глобализации.

Основные выводы статьи:

1. Образование в области строительства и архитектуры активно интегрирует современные цифровые технологии, практическое обучение и международный опыт, что позволяет выпускникам быть конкурентоспособными на глобальном рынке труда.
2. Научные исследования сосредоточены на устойчивом и энергоэффективном строительстве, разработке новых материалов, использовании AI и BIM для повышения точности и безопасности проектов.
3. Практическая деятельность демонстрирует успешное применение модульного строительства, роботизации процессов, 3D-печати и умных технологий для улучшения качества объектов и сокращения затрат.
4. Актуальные вызовы, включая урбанизацию, экологические риски и нехватку квалифицированных кадров, требуют интеграции образовательных, научных и практических подходов.

Список литературы

1. Белов А.И. Строительство и архитектура: современные подходы. – М.: Наука, 2022. – 312 с.
2. Иванов П.П. Инновационные технологии в строительстве. – СПб.: Политехника, 2021. – 256 с.
3. Смирнов В.Н. Цифровизация в строительстве и архитектуре. – М.: Стройинформ, 2020. – 198 с.
4. Кузнецов Д.А. Устойчивое строительство и энергоэффективные технологии. – Екатеринбург: УрФУ, 2021. – 220 с.
5. Петров С.С. Модульное строительство и инновационные материалы. – СПб.: Политехника, 2020. – 245 с.

ПРОБЛЕМЫ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОГО ЭКСТРЕМИЗМА ЗАСТРОЙЩИКОВ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

**Авдеева А.А., Салов А.С., канд. техн. наук, доцент, Ахметшин Р.М.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: Законодательство России о правах потребителей международные эксперты относят к наиболее гуманным. Закон РФ «О защите прав потребителей», действительно, после нескольких редакций, стал максимально эффективным средством для урегулирования потребительского рынка и разрешения споров на нем. Он регулирует порядок оказания услуг и продажи товаров, а также гарантирует защиту интересов потребителей. При этом он является самым гуманным в мире после американского — только в России и в США потребитель имеет такое количество прав. К несчастью, нормы права все чаще используют в основанных на корысти целях.

Многие российские застройщики так же сталкиваются с судебными исками по качеству строительства жилья. Люди жалуются на недоделки в новостройках. Многие из таких исков сами девелоперы считают необоснованными и называют потребительским экстремизмом.

Ключевые слова: потребительский экстремизм, злоупотребления правами потребителя, долевое строительство, судебно-экспертная деятельность,

В последнее время строительная сфера стала уязвима из-за противоречий в законодательстве в сфере долевого строительства, судебно-экспертной деятельности и желания лёгкой наживы собственников квартир. Застройщики вынуждены нести огромные расходы на судебные тяжбы. После сдачи нового дома, застройщик передает квартиры новым собственникам по акту приема-передачи. В случае выявления дефектов собственник пишет претензию, и застройщик устраняет замечания в разумные сроки [1-3].

По истечению некоторого время, владелец жилья получает письмо с предложением провести строительными экспертами бесплатный осмотр квартиры на предмет обнаружения скрытых дефектов, вне зависимости от того сделан в квартире ремонт или нет. В письме обещают выплату от 100 до 500 тысяч рублей от застройщика в пользу собственника в зависимости от характера обнаруженных дефектов. Жажда наживы заставляет владельца квартиры связаться с отправителем письма. И здесь в силу вступает такое явление как «потребительский экстремизм».

Потребительский экстремизм – это поведение потребителей или их объединений, имеющих цель получить определенную выгоду и доход, манипулируя законодательством о правах потребителей в корыстных целях.

В результате таких объявлений юристы, не имеющие строительного образования, производят осмотры квартир совместно с собственником и представителями застройщика. Реальные претензии у собственника квартиры, как правило, отсутствуют или совершенно не совпадают с теми, которые, так называемый, строительный эксперт передает в суд.

Так называемые независимые представители, которые якобы стоят на стороне потребителей, работают следующим образом: конкретные претензии жильцов их не интересуют, они пытаются найти отклонения в установке окон и дверей, берут пробы для испытания стяжки пола и штукатурки, не придавая значения тому, каким должен быть образец. Образцы полусухой стяжки, добытые «разрушающим методом», нельзя испытывать в лабораторных условиях. При этом они руководствуются ГОСТами, которые имеют рекомендательный характер и не обязательны к применению. Главная цель этих людей – довести до суда.

На заседании правительства Республики Башкортостан, были поставлены планы, что к 2030 году застройщики должны ввести в эксплуатацию 4 млн кв. м жилья. По словам чиновников, для решения этой задачи в стране и республике существуют стимулирующие механизмы. В частности, на время проведения СВО башкирским строительным компаниям обещают мораторий на строительство социальных объектов, которые им дают в нагрузку при возведении коммерческого жилья. Застройщики, в свою очередь, жаловались на долгое оформление документов и потребительский экстремизм покупателей квартир.

Республиканские застройщики, входящие в одноименную ассоциацию, и представители исполнительной власти вчера обсуждали методы поддержки строительной отрасли в текущем году. По итогам 2022 года региональные девелоперы совместно с жителями региона помогли местному министру отчитаться о рекордном объеме построенного жилья — 3,062 млн. кв. м. В 2024 году сдано чуть больше — 3,065 млн кв. м, в 2025 году — 3,3 млн кв. м, а в 2030 году планируется сдать около 4 млн кв. м. [4].

Совместно с представителями одного из крупных застройщиков Республики Башкортостан, было совершено несколько десятков выездов на квартиры собственников, имеющих «претензии» к качеству выполненных строительно-монтажных работ. При этом на каждом из объектов встреча с собственниками происходила совместно с псевдо экспертами, предлагающими

свои услуги по взысканию средств с застройщика, за некачественно выполненные работы.

При этом будучи специалистами в области юриспруденции, многие из таких экспертов имеют весьма поверхностное представление об экспертной деятельности в строительной сфере [5-6]. Подтверждение этого факта, в конечном счете, можно выразить в цифровом эквиваленте. Так во время совместной работы с юридическим отделом были выполнены выезды на двадцать три квартиры, из них эксперт от юридической компании отказался предоставить документы подтверждающие квалификацию в двадцати, в двадцати одной квартире претензии сводились к несоответствию оконных блоков требованиям теплотехники и прочностным характеристикам выполненной полусухой стяжки, более того в шестнадцати квартирах была выполнена чистовая отделка, а судебный иск был к качеству черновой отделки. Еще одним немаловажным фактом является то, что только один из заказчиков согласился не на компенсацию средств, а на устранение дефектов [7-8].

Изучив данные одного из крупных застройщиков Республики Башкортостан сведем в таблицу 1 данные по судебным искам и расходам застройщика, связанным с их удовлетворением.

Таблица 1 – Данные по судебным искам и расходы застройщиков

Район	Судебные дела 2020-2025 всего (шт)	Решение в пользу дольщика (шт)	Решение в пользу застройщика (шт)	% в пользу дольщика, %	всего исков на сумму (тыс. руб.)	сумма удовлетворенных исков (тыс.руб.)			
						сумма по иску	штрафы	пени	Итого по иску
Демский	109	109	0	100	38 150	19879	1505	1078	22462
Калининский	20	20	0	100	7000	3588	272	195	4055
Кировский	11	11	0	100	3850	2009	152	109	2270
Ленинский	2	2	0	100	700	430	32	23	485
Октябрьский	4	4	0	100	1400	719	54	39	812
Советский	217	217	0	100	75950	39542	2994	2145	44681
Орджоникидзевский	23	23	0	100	8050	4162	315	226	4703
Уфимский	8	8	0	100	2800	1435	109	78	1622
Итого	394	394	0	100	137900	71764	5433	3893	81090

Как видно из результатов таблицы 1, прикрываясь законом о защите прав потребителя и разночтениями в оценке качества выполненных работ, юристы вынуждают застройщика нести колоссальные убытки. При этом порядка 15% уходит в карман юридических фирм [9].

Проблема формирования действенного и эффективного механизма противодействия потребительскому экстремизму состоит в том, что в обществе пока не сложилось однозначного отношения к данному явлению. Прежде всего, это объясняется наличием у него как позитивных, так и негативных граней, которые не носят доминирующего характера.

Список литературы

1. Агарков М.М. Проблема злоупотребления правом в советском гражданском праве / Агарков М.М. // Известия АН СССР, отделение экономики и права. - 1946. - № 6. - С. 424-436.
2. Алексеева Л.К. Потребительский экстремизм как злоупотребление правом / Алексеева Л.К. // Право и суд в современном мире. – 2016. – С. 88-91.
3. Апанасенко Е.А. Современные подходы к определению понятия «экстремизм» / Апанасенко Е.А. // Общество. Среда. Развитие. – 2013. – №4. – С. 129-133.
4. Белов В.А. Добросовестность, разумность, справедливость как принципы гражданского права / Белов В.А. // Законодательство. - 1998. - № 8.
5. Бевзенко Р.С. Добросовестное владение и его защита в гражданском праве. / Бевзенко Р.С. // Самара: Изд-во Самарской государственной экономической академии. - 2002. – С. 34-40.
6. Богдан В.В. Модернизация Закона РФ «О защите прав потребителей» должна быть сбалансированной: к вопросу о необходимости внесения изменений и дополнение / Богдан В.В. // Актуальные проблемы российского права. – 2013. – №2. – С. 135-142.
7. Богдан В.В. Практика применения норм о взыскании неустойки в свете нового Постановления Пленума Верховного Суда РФ «О рассмотрении судами гражданских дел по спорам о защите прав потребителей» / Богдан В.В. // Право и экономика. - 2014. - № 3. - С. 76 – 79.
8. Богдан В.В. Злоупотребление правом в отношениях с участием потребителей / Богдан В.В. // Гуманитарные исследования. – 2015. – №4(56). - С. 223-230.
9. Казбекова К.М. «Злоупотребление правом» и «Правонарушение»: соотношение понятий / Казбекова К.М. // Бизнес в законе // Экономико-юридический журнал.- 2010. - № 1. - С.74-76.

УСТРОЙСТВО МОДУЛЬНОГО ОСТЕКЛЕНИЯ В ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЯХ

Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук, доцент,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Аннотация: В данной статье произведён сбор информации, анализ производителей, способы монтажа светопрозрачных ограждающих конструкций на примере исследуемого здания «Город Еды» в г. Оренбурге.

Ключевые слова: модульное остекление, светопрозрачные покрытия, этапы проектирования, металлопрофиль, стеклопакет, система остекления.

Витражное остекление — светопрозрачная ограждающая конструкция (СПК), выполняющая функции наружных стен, фасадов, внутренних перегородок или кровельных элементов. Отличается от обычного остекления размерами (площадь $\geq 3 \text{ м}^2$, высота $\geq 1.5 \text{ м}$) и инженерными решениями.

На объекте здания «Город Еды» мы можем наблюдать сплошное фасадное остекление. Крепление остекления производится к металлическому каркасу.



Рисунок 1 – Фасадное остекление здания «город Еды»

Проектирование фасадного остекления включает множество аспектов, охватывающих как эстетические, так и технические задачи. Основные направления работы в этой области включают:

- Обеспечение статической устойчивости конструкции под воздействием внешних нагрузок, включая ветер, снег и сейсмические воздействия.

- Компенсация температурных деформаций: При перепадах температур материалы фасада могут расширяться или сжиматься, что может привести к разрушению конструкции. Для предотвращения этого используются специальные компенсационные швы и материалы, способные адаптироваться к температурным изменениям.

– Конструктивные решения узлов примыканий, обеспечивающих герметичность и надежность соединений светопропускающих конструкций с остовом здания применяя такие материалы, как герметики, уплотнители и профили, которые предотвращают проникновение влаги, пыли и других внешних воздействий.

– Выбор стекол и стеклопакетов в зависимости от требований к прозрачности, тепло- и звукоизоляции, а также устойчивости к внешним воздействиям. Современные стеклопакеты могут включать многослойные стекла, энергосберегающие покрытия и защитные пленки.

– Обеспечение вентиляции. Установку вентиляционных клапанов, специальных систем приточно-вытяжной вентиляции и других решений, предотвращающих образование конденсата и плесени.

– Применение автоматических систем пожаротушения и дымоудаления, огнестойких стекол.

– Обеспечение солнцезащиты от перегрева в летнее время. Используя жалюзи, шторы, специальные покрытия на стеклах и светоотражающие пленки.

– Организация системы дренажа для отвода влаги, скапливающейся на поверхности остекления или внутри конструкции. Это включает установку водостоков, водоотводных желобов и других элементов, предотвращающих накопление воды и ее негативное воздействие на фасад.

– Эксплуатация светопропускающей конструкции. Регулярное обслуживание фасадного остекления, включая замену стекол, мойку и ремонт. Это увеличивает срок службы конструкции и ее эстетичный внешний вид.

– Интеграция окон и дверей в общий дизайн здания. Для этого используются профили, совместимые с оконными и дверными системами, что обеспечивает их визуальное единство и функциональность.

– Решение узлов перехода к светопропускающим кровлям. В зданиях с наклонными крышами необходимо предусмотреть надежные и эстетичные решения для перехода от остекленного фасада к кровле. Это могут быть специальные элементы, такие как продухи для остекленных скатов, профили для крепления створок и другие конструктивные решения.

Ведущие производители фасадных систем разрабатывают комплексные решения, включающие все необходимые элементы для обеспечения долговечности, надежности и эстетичности конструкций. Это позволяет создавать современные и функциональные фасады, которые соответствуют самым высоким требованиям.

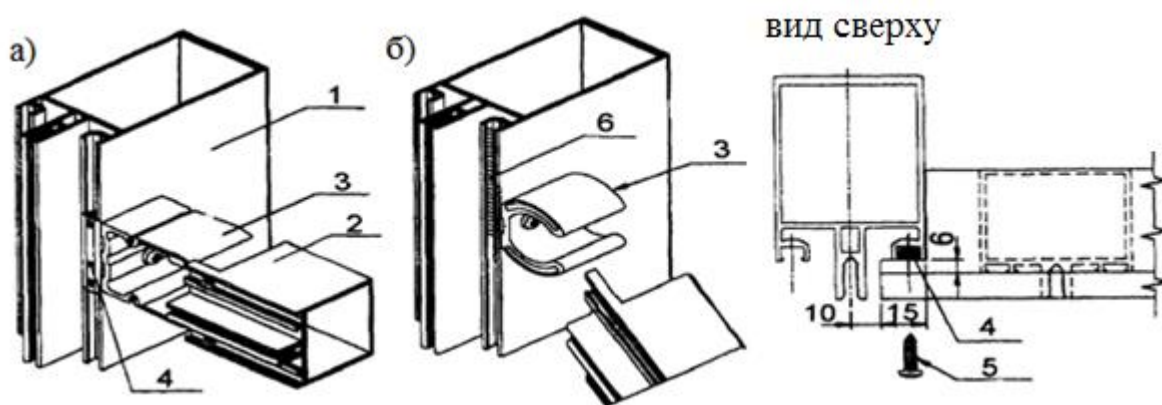
Для фасадного остекления чаще всего применяются алюминиевые профили, однако в последнее время всё больше популярности набирают стальные конструкции. Также используются армированные ПВХ-профили и комбинированные решения, сочетающие сталь и алюминий.

Стальные профили обладают рядом преимуществ перед алюминиевыми аналогами. Во-первых, они демонстрируют более высокие показатели огнестойкости и безопасности. Во-вторых, стальные конструкции обладают высокой прочностью, что позволяет реализовывать сложные проекты без необходимости использования дополнительных усиливающих элементов. Это особенно важно при проектировании больших пролетов в фасадной сетке. В-третьих, габариты стоек и ригелей в стальных системах значительно меньше, чем в алюминиевых при тех же размерах стеклопакетов. Это не только упрощает монтаж, но и улучшает эстетические характеристики светопропускающих конструкций, делая их более изящными как снаружи, так и внутри здания.

Стойечно-ригельные системы фасадного остекления получили своё название благодаря вертикальным несущим стойкам и горизонтальным ригелям, которые крепятся к ним. Несущая часть такой системы располагается с внутренней стороны навесной стены-витража, обеспечивая её устойчивость и прочность.

Соединение стоек и ригелей в различных конструктивных решениях выполняется по-разному. В вертикальной навесной стене профили могут соединяться «внахлест», когда ригель частично перекрывает стойку. Для этого используется алюминиевый соединитель (кронштейн), который крепится к стойке с помощью прижимных винтов. Место соединения герметизируется прокладкой из морозостойкой резины или силиконовым герметиком, чтобы предотвратить проникновение влаги и обеспечить долговечность конструкции.

В наклонно расположенных навесных стенах ригели могут быть установлены под небольшим углом к стойкам. Этот метод позволяет эффективно организовать дренаж, отводя влагу из ригеля в несущий профиль. Такой подход особенно важен для конструкций, подверженных воздействию атмосферных осадков (рисунок 2).



а – перпендикулярное; б – под углом; 1 – стойка; 2 – ригель; 3 – кронштейн; 4 – уплотнитель из резины; 5 – винт; 6 – силиконовый герметик
Рисунок 2 - Соединение стойки и ригеля из алюминиевых профилей.

Для соединения вертикальных и горизонтальных профилей может применяться метод частичного углубления ригеля в вырезы вертикального профиля. Это обеспечивает надежное крепление и улучшает распределение

нагрузки, что способствует повышению устойчивости и долговечности конструкции.

Стеклопакеты монтируются на наружные алюминиевые опорные пластины. Эти пластины предварительно закрепляются на ригеле с помощью болтов или других крепежных элементов. Стеклопакеты фиксируются на своих местах с помощью синтетических скоб, которые крепятся к несущим профилям. Для обеспечения герметичности стыков между стеклом и алюминиевыми профилями используются резиновые уплотнители. Прижимные планки, удерживающие стеклопакеты, крепятся болтами из нержавеющей стали. На эти прижимные планки устанавливаются декоративные алюминиевые крышки, которые фиксируются защелками (рисунок 3).

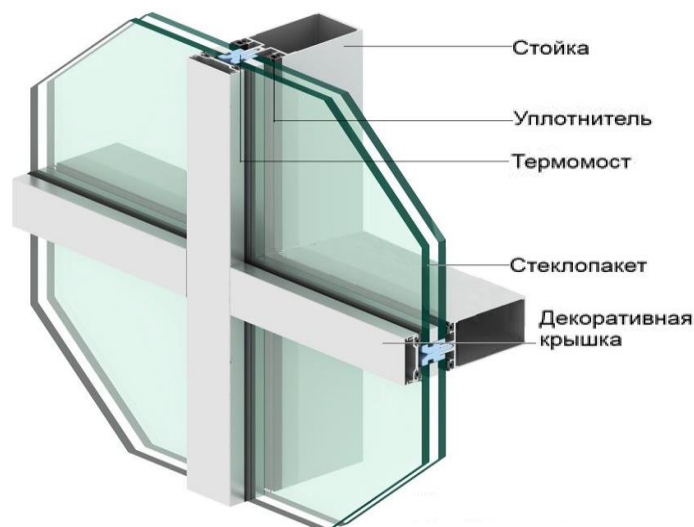


Рисунок 3- Крепление стеклопакетов в металлопрофиле

При установке профильных систем фасадного остекления, особое внимание необходимо уделить вопросу вывода конденсата. Это ключевой аспект, который требует тщательного рассмотрения. Поскольку одна поверхностей стеклопакета обращена наружу, а другая внутрь помещения, на одной из поверхностей может образоваться зона, температура которой близка к точке росы. В этой зоне могут появляться капельки воды, которые необходимо эффективно удалять из конструкции. При этом важно, чтобы система оставалась герметичной как с наружной стороны, так и со стороны помещения. Это необходимо для защиты от внешних воздействий и предотвращения теплопотерь, что обеспечивает долговечность и энергоэффективность фасадного остекления.

Один из них способов вывода конденсата – когда влага удаляется по полям из области фальца стеклопакета. Места соединения ригелей со стойками уплотняют, влага из ригельного лотка не может перетечь в стоечный лоток. Из ригелей влага удаляется через отверстия в прижимных планках и крышках наружу. (рисунок 4).

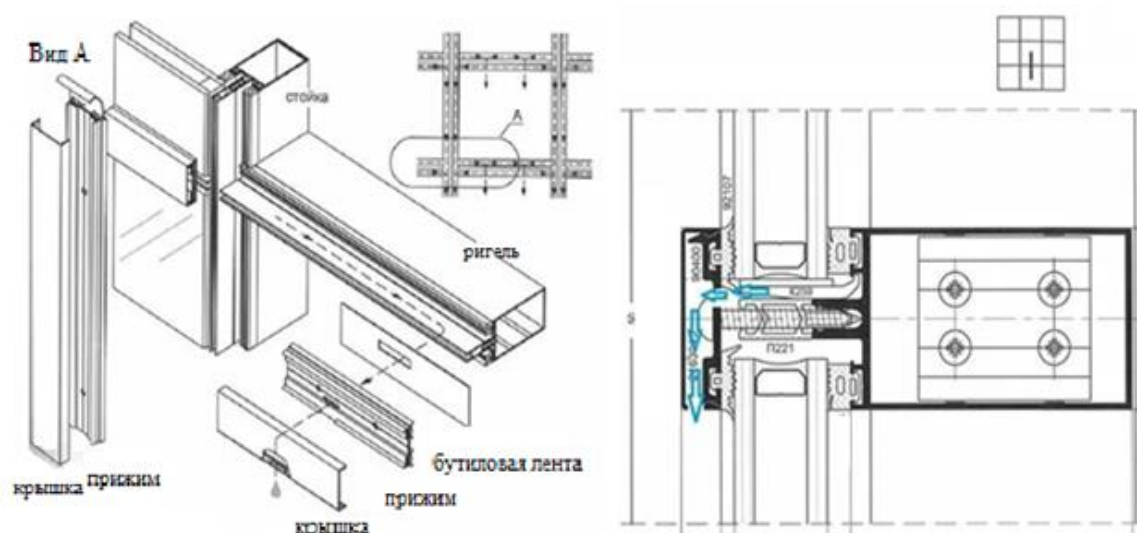


Рисунок 4 - Отвод конденсата в ригельных крышках и прижимах

Существуют различные методы крепления конструкций остекления зданий. В навесной системе вся фасадная конструкция устанавливается снаружи здания и крепится с помощью кронштейнов исключительно к плитам перекрытия. Горизонтальные ригели выполняют функцию передачи веса стеклопакетов на стойки. Этот метод достаточно прост в реализации, но требует проведения наружных монтажных работ, что предполагает использование строительных лесов или специальных навесных приспособлений.

Самонесущая конструкция остекления отличается тем, что она может выдерживать нагрузку на высоту одного этажа без дополнительной опоры. Такая система интегрируется внутрь здания, устанавливаясь на перекрытия. При этом торцевые части перекрытий остаются открытыми, что позволяет выполнить их теплоизоляцию и декоративную отделку (см. рисунок 5).

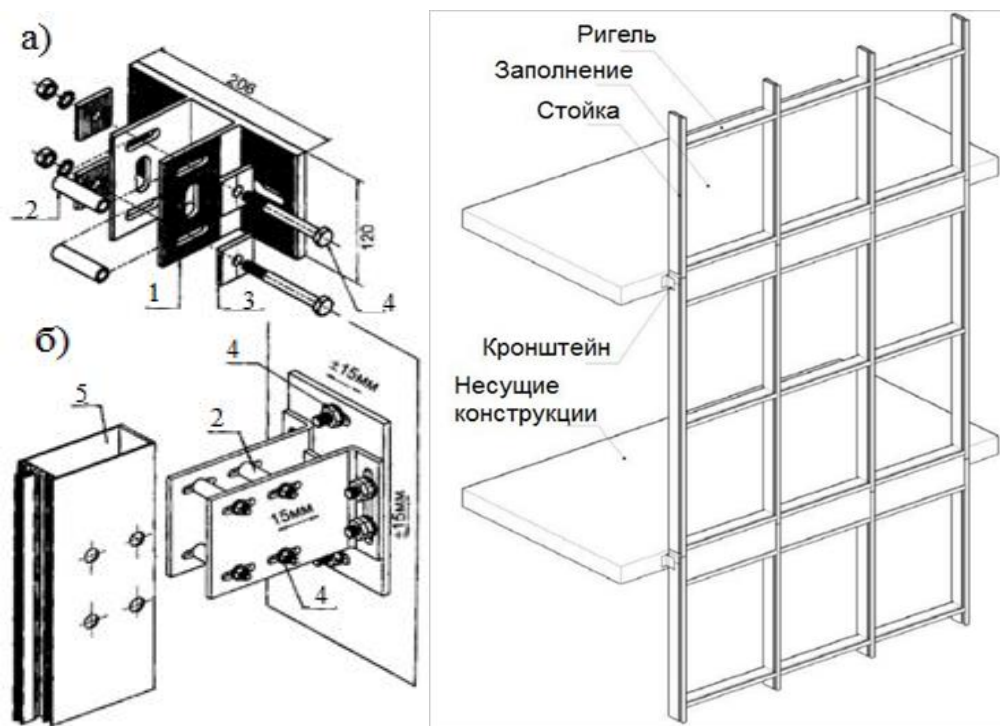


Рисунок 5- Узлы крепления стоек навесных витражей: а – с помощью кронштейна-детали; б – со сборным кронштейном; 1 – кронштейн; 2 – втулка; 3 – накладка; 4 – болт с гайкой и шайбой; 5 – стойка

Для успешного проектирования фасадного остекления необходим комплексный подход, охватывающий как архитектурные, так и технические аспекты. Выбор материалов, методов крепления и конструктивных решений должен происходить с учётом высоких требований безопасности, надёжности, эстетики и эксплуатационной эффективности.

Комплексный подход позволит создать не только эстетически привлекательное, но и функциональное остекление, которое будет служить надёжной защитой здания на протяжении многих лет.

Список литературы

1. Адигамова, З. С. Модульное остекление при разработке фасадов современных зданий [Электронный ресурс] / З. С. Адигамова, Е. В. Лихненко // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2018. - . - С. 15-18. - - 4 с.

2. Кудасова, А.С. О развитии систем фасадного остекления гражданских зданий / А.С. Кудасова, В.Э. Нуриев, И.С. Морева, В.А. Турянская // Academia. Архитектура и строительство. — 2016. — № 2. — С. 106–112.

3. Куприянов, В.Н. Светопрозрачные ограждающие конструкции : учебное пособие для вузов / В.Н. Куприянов. — Москва : АСВ, 2019. — 216 с. — (Учебное пособие для ВУЗов). — ISBN 978-5-4323-0326-4.

4. ООО «Алюком» Навесные светопрозрачные фасады: основные типы. URL:<https://alucom.ru/statii/navesnye-svetoprozrachnye-fasady-osnovnye-tipu.html?ysclid=mclrehorug504857742>. (дата обращения 01.07.2025). — Текст: электронный.

5. Хабибуллина О. Виды светопрозрачных монтажных конструкций, способы крепления и монтаж. URL: <https://fasad-mo.ru/stati/klassifikatsiya-svetoprozrachnyh-montazhnyh-konstruktsiy/?ysclid=mclrcz9v8b681074393> (дата обращения 01.07.2025). — Текст: электронный.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ ОКНА: ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА НИЗКОЭМИССИОННЫХ СТЕКОЛ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ПЛЁНОК

**Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук,
доцент,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»**

Аннотация: В статье рассматривается проблема теплопотерь через окна и способы её решения. Основное внимание уделяется энергоэффективным стеклопакетам с низкоэмиссионным покрытием. Также упоминается альтернативный вариант — применение энергосберегающих оконных плёнок, которые имеют свои преимущества, такие как меньшая стоимость и простота установки.

Ключевые слова: Энергоэффективность, теплопотери, энергосбережение, низкоэмиссионные покрытия.

Некачественное или устаревшее остекление может привести к значительным теплопотерям. Поэтому повышение энергоэффективности и улучшение теплоизоляционных характеристик зданий — важный аспект для современного строительства и ремонта.

Всевозможные материалы, находящиеся вокруг, обладают собственным уровнем теплопроводности, то есть умением пропускать тепло. Эксперты подсчитали, что более десять процентов тепла теряется через пол, приблизительно 14% — через крышу. Стеновые материалы допускают потерю тепла приблизительно 30%, и остальные - 40% тепла, в таком случае главная доля, «удаляется» из помещения через окна.

Чтобы в прохладное время года в доме было тепло, необходимо использовать энергоэффективные стеклопакеты. Стекло, установленное в таких конструкциях позволяет сохранить тепловую энергию внутри помещения за счет нанесения на его плоскость особенного низкоэмиссионного покрытия. Оно выступает как фильтр, пропуская внутрь жилища солнечные лучи, но не выпуская наружу тепло, отражая его обратно в помещение.

Покрытие обычно состоит из металла, которым выполняется обработка стекла. Это может быть серебро, оксид олова, титана. Металлизированный слой наносится на стеклянную основу либо с методом пиролиза, либо с помощью вакуумной технологии. Чтобы снизить риск повреждения защитного слоя, его размещают на внутренней поверхности камеры, запаивая стеклопакет и заполняя его инертным газом.

Еще одно преимущество таких окон — защита от солнечных лучей в жаркую погоду. Их установка позволяет значительно снизить температуру внутри помещения в летний зной, что помогает сохранить свежесть внутренних поверхностей в жаркий полдень.

Объединение строительных и технологических задач стало общепринятым стандартом. Традиционные материалы переживают второе рождение и

открывают новые горизонты для проектирования зданий. Стекло занимает лидирующие позиции в этом процессе благодаря своей финансовой и эстетической привлекательности, которая усиливается благодаря инновационным технологиям, позволяющим эффективно решать задачи энергосбережения.



Рисунок 1 - Стекло с низкоэмиссионным покрытием

Итак, оконные конструкции с энергосберегающим покрытием обладают рядом преимуществ.

Основные достоинства:

- **Энергоэффективность:** Низкоэмиссионные стекла способны достаточно снизить потери тепла через окна, за счет отражения теплового излучения обратно в помещение, снижая теплопотери зимой и предотвращая перегрев летом. Это позволяет сократить расходы на отопление и кондиционирование.

- **Защита от ультрафиолетового излучения:** Специальные покрытия фильтруют до 99% УФ-лучей, предотвращая выцветание предметов интерьера, продлевая срок службы материалов и защищая здоровье обитателей.

- **Шумоизоляция:** Металлический слой в составе таких стекол повышает звукоизоляционные характеристики окон, снижая уровень внешнего шума.

- **Сезонные преимущества:** Энергосберегающие окна обеспечивают оптимальный микроклимат в помещении независимо от времени года, снижая затраты на отопление и охлаждение.

Однако такие конструкции имеют и недостатки:

– **Высокая стоимость:** Использование низкоэмиссионных стекол увеличивает стоимость оконных систем.

– **Хрупкость:** Однослойные покрытия могут снижать механическую прочность стекла, особенно типа I.

– **Уязвимость к повреждениям:** Мягкие покрытия подвержены механическим повреждениям, окислению и образованию радужных пятен.

– **Необходимость замены стеклопакета:** При нарушении герметичности стеклопакета с низкоэмиссионным покрытием требуется его замена, независимо от наличия защитной пленки.

Низкоэмиссионные стекла являются примером таких технологий, которые уже широко распространены по всему миру, но пока недостаточно известны в Оренбургской области.

Альтернативой низкоэмиссионных стекол является применение энергосберегающих оконных пленок, и имеет ряд преимуществ по сравнению с мероприятием по замене окон на энергосберегающие

– Не требует больших капитальных затрат, возникающих при замене окон, поскольку пленка наклеивается на окно изнутри помещения.

– Исключаются дополнительные затраты на транспортировку, монтаж.

– Пленка является солнцезащитной пленкой селективного типа, т.е. пропускает видимый свет и отражает инфракрасное излучение, в том числе и тепловое.

– Удерживание стекла в раме в случае разбивания или взрыва, уменьшая тем самым вероятность жертв и защищая имущество.

Поскольку покрытием пропускается лишь электромагнитное излучение видимого диапазона, для всех остальных каналов (оптического, акустического, радиочастотного и электронно-оптического) пленка является фильтром.

Для повышения энергоэффективности окон предлагается использовать специальную прозрачную пленку толщиной 35–50 микрон с теплоотражающим покрытием. Это покрытие регулирует интенсивность пропускания видимого света и отражения инфракрасного излучения. Диэлектрические слои защищают металлический слой от окисления и обеспечивают просветление.

Установка такой пленки позволяет значительно снизить потери тепла через окна, достигая экономии до 70%. Кроме того, уменьшается теплопередача за счет конвекции. В результате сопротивление теплопередаче оконной конструкции увеличивается на 50%. Пленка имеет небольшой вес и сохраняет нормативную светопрозрачность, что делает её удобной для использования.

Низкоэмиссионное покрытие пленки отражает тепловые лучи в направлении их источника: зимой – в помещение, летом – на улицу. Это снижает затраты на отопление зимой и кондиционирование летом. Чем ниже эмиссионная способность стекла, тем эффективнее его энергосберегающие свойства (Рисунок 2).

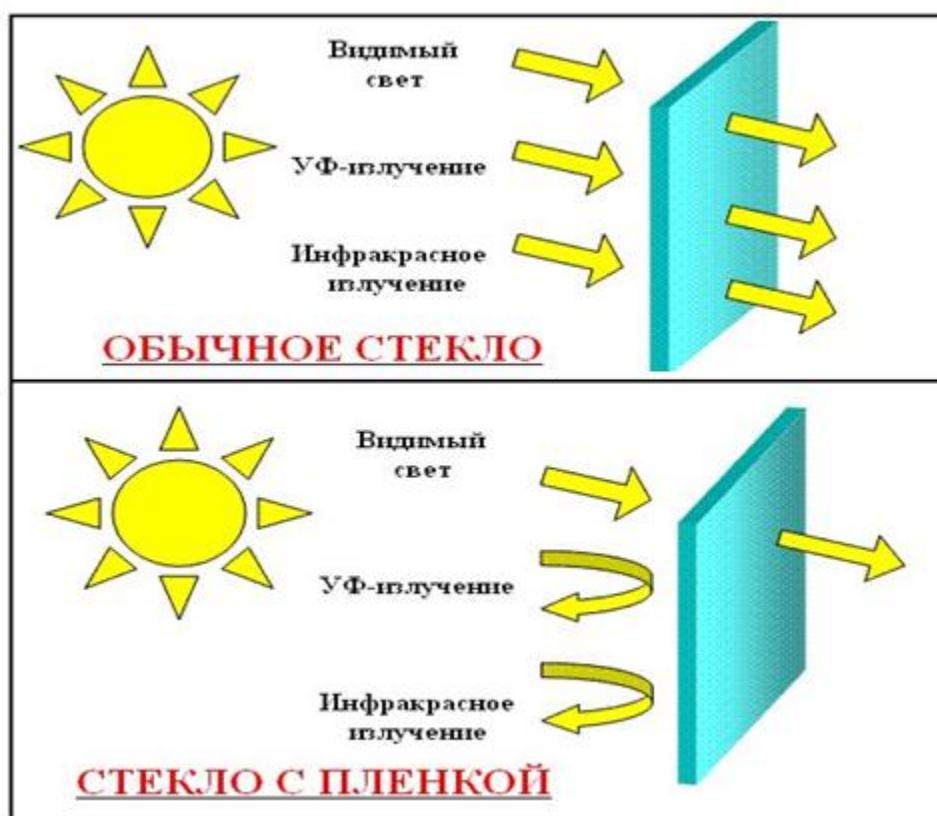


Рисунок 2 – Принцип работы низкоэмиссионной пленки

И на этом плюсы такого материала не заканчиваются.

Тонировочные плёнки на окна обеспечивают комплексное улучшение микроклимата в помещении, снижая тепловую нагрузку, защищая от ультрафиолетового излучения и уменьшая яркость света. Это способствует повышению комфорта, энергоэффективности и долговечности интерьера.

Основные преимущества тонировки:

1. **Энергосбережение:** Плёнки отражают до 98–99% ультрафиолетовых лучей и снижают теплоприток на 20–80%, что уменьшает нагрузку на системы кондиционирования и вентиляции.

2. **Защита интерьера:** УФ-защита предотвращает выгорание материалов, растрескивание мебели и разрушение отделки.

3. **Комфорт зрения:** Снижение яркости света до 80% уменьшает зрительное утомление и улучшает условия для работы с экранами, чтения и общения.

4. **Пространственная оптимизация:** Плёнки устраняют температурные перепады и создают равномерный микроклимат, позволяя использовать пространство около окон без ограничений.

5. **Простота установки:** Монтаж можно выполнить самостоятельно или с привлечением специалистов. Процесс не требует длительного времени и не нарушает повседневную деятельность.

Кроме того, очень интересным дополнением ко всем вышеперечисленным качествам является зеркальность солнцезащитной энергосберегающей пленки, благодаря чему, возможно создание эффекта односторонней видимости в помещении. Правильно подобранная самоклеющаяся зеркальная пленка на окна способна (сохраняя свободный просмотр через стекло изнутри), практически полностью устранить возможность просматривания помещения снаружи, при условии, что уровень освещения внутри помещения будет выше чем со стороны улицы.

Пленки можно устанавливать на существующие окна без демонтажа стекол, а также на заготовки стеклопакетов. Не потребуются больших капитальных расходов, образующихся при замене окон. Технические характеристики пленки представлены в Таблице 1.

Наименование	Значения
Пропускание солнечной энергии, %	22
Отражение солнечной энергии, %	36
Поглощение солнечной энергии, %	42
Пропускание видимого света, %	32
Отражение видимого света, %	35
Коэффициент затенения	0,35
Сокращение УФ-света, %	99,9
Доля общего сокращения солнечной энергии	69
Коэффициент эмиссии	0,33

Таблица 1 – Технические характеристики низкоэмиссионной пленки

В заключении можно сказать, что энергоэффективные стеклопакеты и энергосберегающие оконные плёнки являются эффективными решениями для снижения теплопотерь и повышения комфорта в помещении. Они обладают рядом преимуществ, таких как защита от ультрафиолетового излучения, улучшение шумоизоляции и создание оптимального микроклимата независимо от времени года.

Однако у них есть и недостатки, включая высокую стоимость, хрупкость покрытий, уязвимость к повреждениям и необходимость замены стеклопакета при нарушении герметичности.

Применение энергосберегающих оконных плёнок является более экономичной альтернативой замене окон на энергосберегающие. Плёнки не требуют больших капитальных затрат, исключают дополнительные расходы на транспортировку и монтаж, при этом выполняют функции по снижению теплопотерь и защите от солнца.

Вывод: использование энергоэффективных стеклопакетов и энергосберегающих оконных плёнок может значительно повысить энергоэффективность и комфорт в зданиях, несмотря на некоторые недостатки.

Выбор между этими решениями зависит от бюджета, требований к качеству и других факторов.

Список литературы

1. Адигамова, З. С. "Умное стекло" в современной архитектуре светопрозрачных конструкций [Электронный ресурс] / З. С. Адигамова, Е. В. Лихненко, Е. А. Килязова // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость, 2019. - Т. 9, № 4 (31). - С. 804-811. . - 8 с

2. Адигамова, З. С. Минимизация энергозатрат при проектировании современных гражданских зданий [Электронный ресурс] / З. С. Адигамова, Е. В. Лихненко // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв.-2 февр. 2018 г. / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2018. - . - С. 10-14. . - 5 с.

3. Морозов Р. В., Клёнов Ю. В. Оценка эффективности использования низкоэмиссионного энергосберегающего остекления [Текст] // Актуальные вопросы технических наук: материалы III Междунар. науч. конф. (г. Пермь, апрель 2015 г.). — Пермь: Зебра, 2015. — С. 109-1142.

4. Семенова Э.Е., Коратыгина А.Ю. Анализ эффективности применения энергоэффективных светопрозрачных конструкций при проектировании гражданских зданий. Научный вестник Воронежского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Высокие технологии. Экология. 2014. №1. - с. 135-137.

5. Захаров, Н.Ф. Ковшаров, К.В. Оскомов, С.В. Работкин, А.А. Соловьев, Н.С. Сочугов Полимерная пленка с низкоэмиссионным покрытием для снижения тепловых потерь через свето-прозрачные конструкции. — Известия высших учебных заведений, 2011.

СОЕДИНЕНИЕ ТОНКИХ СТАЛЬНЫХ ОБШИВОК С ДЕРЕВЯННЫМ КАРКАСОМ ПРИ ПОМОЩИ ГВОЗДЕЙ С ПОРОХОВЫМ ЗАРЯДОМ

Жаданов В.И., доктор технических наук, профессор, Нестеренко М.А., старший преподаватель кафедры СК, Аксенов М.Н., аспирант кафедры СК,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация: Повышение эффективности строительных конструкций за счет совершенствования традиционных решений из мономатериалов имеет ограниченный потенциал, обеспечивая экономию ресурсов не более 10%. В качестве перспективной альтернативы рассматриваются разномодульные конструкции, в частности, комбинирование деревянного каркаса и стального профилированного листа. Представлены результаты испытаний соединения тонколистовой стали с древесиной при помощи гвоздей с пороховым зарядом. Установлено, что фактическая несущая способность одного соединения составляет 0,5 кН, что на 34% превышает расчетное значение по условию овализации отверстия в стали.

Ключевые слова: деревометаллические конструкции, разномодульные материалы, тонколистовая сталь, деформативность, экспериментальные исследования, технико-экономическая эффективность.

Совершенствование несущих строительных конструкций из мономатериалов на современном этапе развития строительной науки приводит к экономии материала в пределах 10 %, что явно недостаточно с точки зрения технико-экономической эффективности как самой конструкции, так и проектируемого объекта в целом. Опыт отечественных и зарубежных разработок в области создания новых типов строительных конструкций показал, что получить существенный эффект в технико-экономических показателях за счет комбинирования в конструкции ребер различных по природе материалов [1].

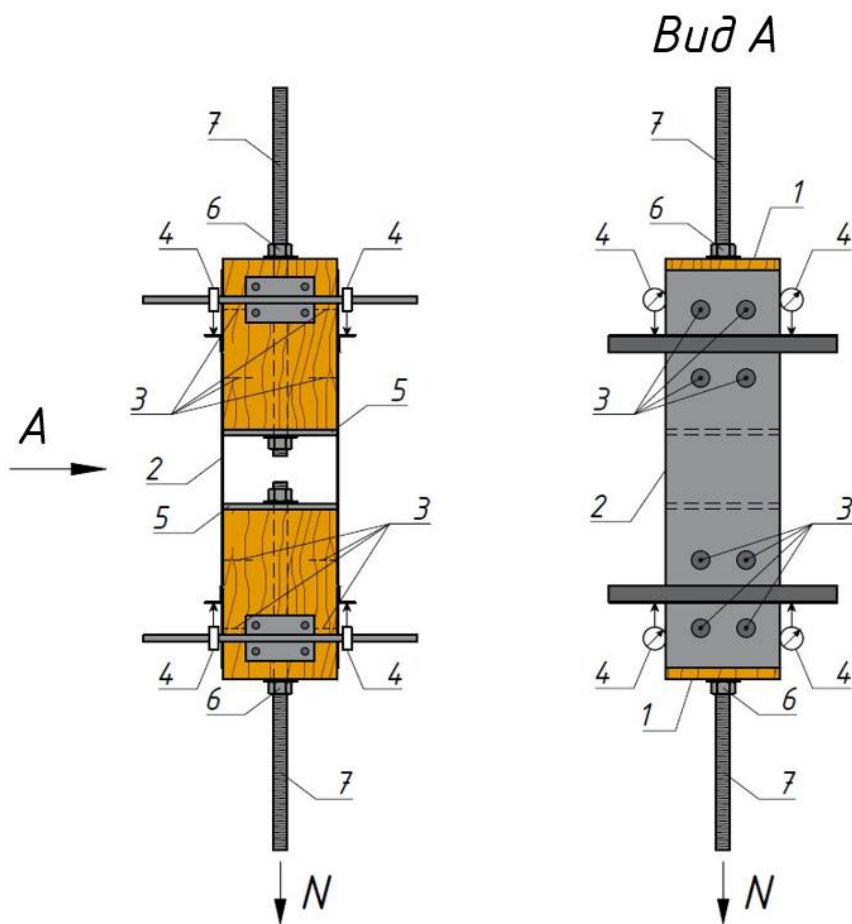
Такой подход позволяет обеспечить не только снижение материалоемкости, но и достичь существенной экономии трудозатрат и стоимости при изготовлении и монтаже конструкций, уменьшения эксплуатационных расходов.

В строительной практике конструкции, выполненные из разномодульных материалов, достаточно распространены. В качестве примера можно привести металлодеревянные фермы и арки, балки с деревянными поясами и с перфорированной, плоской или волнистой стенками из тонколистовой стали, фанеры, OSB и LVL. Имея неоспоримые преимущества перед конструкциями из

мономатериалов, перечисленные примеры не лишены и ряда существенных недостатков, таких как высокая трудоемкость изготовления и сложность сборки, ограниченная несущая способность, а также выполнение только несущих функций.

Для устранения этих недостатков, а также дальнейшего решения проблемы снижения материалоемкости, представляется возможным внедрение в практику строительства облегченных конструкций на основе стального профилированного листа, работающего совместно с деревянным каркасом, что в свою очередь открывает возможность создания конструкций, совмещающих в себе несущие и ограждающие функции [2].

Для оценки степени деформативности соединений стальных профилированных листов с деревянным каркасом были проведены статические испытания кратковременной нагрузкой опытного образца, представленного на рисунке 1.



- 1 - деревянный брус; 2 - тонкий стальной лист;
 3 - гвозди, смонтированные при помощи порохового пистолета;
 4 - электронные индикаторы, 5 - упорная стальная пластина;
 6 - гайка с шайбой; 7 - шпилька

Рисунок 1 – Схема опытного образца

В состав образца входили: бруски из древесины сосны с влажностью в период проведения испытаний 7 % с размерами поперечного сечения 100x100 мм при длине 150 мм; стальные листы толщиной 0,5 мм; шпильки диаметром 12 мм, гайки, шайбы, металлические пластины; соединительные связи; электронные индикаторы с точностью до 0,01 мм для измерения величины смещения стального листа относительно массива древесины. В качестве механических соединительных связей были применены пороховые дюбель-гвозди длиной 25 мм и диаметром 3 мм. Расстановка соединительных связей в экспериментальном образце выполнена с соблюдением требований СП 64.13330.2017 «Деревянные конструкции» [3].

Испытания проведены на испытательной разрывной машине на базе лаборатории кафедры СК (рисунок 2). Установка образца обеспечивала его работу при растяжении, а соединительных связей – на изгиб при сдвиге деревянного элемента относительно стального листа. Измерение деформаций образца осуществляли электронными индикаторами, установленными на уровне расположения соединительных связей. Отсчеты по приборам снимали на каждой ступени загрузки, равной 0,5 кН.



Рисунок 2 – Испытание опытного образца в разрывной машине в лаборатории кафедры СК

Проведенные исследования позволили получить новые экспериментальные данные о деформативности (податливости) соединения стальных листов с деревянным каркасом с помощью пороховых дюбель-гвоздей. Доказана эффективность предложенного способа соединения.

Исследования показали, что фактическая несущая способность одного соединения равна 0,5 кН, что практически соответствует расчетному значению из условия смятия древесины в гнезде, и что на 34% больше расчетного значения из условия овализации отверстия в стальной обшивке. Такой результат свидетельствует о том, что образующийся при забивании пороховым пистолетом кратер с характерным вмятием обшивки стальной шайбой в массив древесины увеличивает площадь распределения усилий в месте контакта обшивки с телом гвоздя.

Внедрение предлагаемого способа соединения тонких стальных обшивок с деревянным каркасом при помощи гвоздей с пороховым зарядом в строительную практику позволит повысить эксплуатационную надежность деревометаллических конструкций, а также снизить трудоемкость и сроки изготовления, что в совокупности существенно увеличивает их технико-экономические показатели.

Список литературы

1. Жаданов, В. И. Деревометаллические конструкции со стенкой из стального профилированного листа / В. И. Жаданов, С. В. Калинин // Известия вузов. Строительство. - 2012. - № 6. - С. 90-96.
2. Калинин, С.В. Экспериментальные исследования деревометаллических балок со стенкой из стального профилированного листа при поперечном изгибе / С.В. Калинин, В.И. Жаданов // Вестник ТГАСУ. Выпуск №3, 2012. - С.117-125.
3. СП 64.13330.2017. Деревянные конструкции. Актуализированная версия СНиП II-25-80. – Введ. 27.02.2017. ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт ОАО «НИЦ «Строительство». М.: 2017. – 97 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПАВОДКОВЫХ ВОД НА ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

**Аркаев М.А., кандидат технических наук, доцент кафедры СК,
Украинченко Д.А., кандидат технических наук, доцент кафедры СК, Лисов
С.В., старший преподаватель кафедры СК,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: рассмотрено возможное негативное влияние паводковых вод на грунты основания и фундаменты; определены основные направления оценки и прогноза изменения физико-механических свойств грунтов; обозначены основные характеристики грунта, изменяющиеся при увлажнении; указаны основные мероприятия по исследованию грунтов, необходимые для проектирования фундаментов на подтопляемых территориях.

Ключевые слова: паводок, грунт основания, увлажнение грунта, характеристики грунта, фундаменты.

Главной рекой в Оренбуржье является река Урал — крупнейшая в регионе трансграничная водная артерия, связывающая Оренбургскую и Челябинскую области, а также Башкирию с регионами Казахстана, впадает в Каспийское море. Повышение уровня вода в р. Урал в весенний период происходит ежегодно, однако совпадение ряда климатических факторов может приводить к чрезмерному увеличению расхода и уровня воды. В 20 веке наиболее крупными и разрушительными были паводки 1922, 1942, 1957 и 1993 годов. В 21 веке крупнейший паводок произошел в 2024 году [1, 2].

Воздействие паводка на здания и сооружения вызывает появление различных дефектов и повреждений из-за воздействия ряда факторов: гидростатическое давление, гидродинамическое воздействие, эрозия и вымывание грунта, проникновение воды [3].

В рамках настоящей статья рассматривается один из аспектов негативного влияния паводковых вод на основания и фундаменты зданий и сооружений.

Паводковые воды приводят к увлажнению грунтов основания, что в свою очередь приводит к существенному изменению консистенции и физико-механических свойств грунтов, что способствует активизации и развитию ряда неблагоприятных процессов и явлений: дополнительные осадки или просадки, понижению прочности грунтов, проявлению тиксотропных и псевдопластичных свойств, активизации эрозионных процессов и т.п.

Интенсивность неблагоприятного последствия процесса подтопления на грунтовые основания, сложенные этими грунтами, зависит от ряда внешних и

внутренних факторов, при этом грунтам различного состава свойствен особый, присущий только им характер поведения при взаимодействии с грунтовыми водами. Это является предпосылкой для детального комплексного изучения вещественного состава и свойств грунтов, с учетом их региональных особенностей, при необходимости разработки прогноза поведения грунтовых оснований в условиях подтопления.

Поведение грунтов при дополнительном водонасыщении зависит и от химического состава взаимодействующих с ними вод. Наибольший эффект ухудшения физико-механических свойств следует ожидать при подтоплении территорий слабоминерализованными водами, содержащими поверхностно-активные вещества, действующие как природные «понижители твердости».

Оценку и прогноз изменения физико-механических свойств грунтов при их взаимодействии с грунтовыми водами рекомендуется осуществлять рационально, сочетая расчетный метод прогноза и экспериментальное моделирование.

Составление прогноза расчетным методом может быть выполнено по результатам статистической обработки данных прошлых лет или материалов, полученных в ходе изысканий, если они содержат данные параллельных определений физико-механических свойств грунтов в разных условиях увлажнения. Этот метод дает приближенную оценку возможных изменений, а его точность зависит от полноты учета факторов, определяющих прочность и сжимаемость грунтов, а также их изменение при водонасыщении.

Экспериментальный метод позволяет количественно оценить возможные изменения физико-механических свойств грунтов при обводнении в условиях, соответствующих их залеганию на строительной площадке. Он основан на моделировании воздействия ожидаемых процессов на грунты с помощью полевых и лабораторных методов исследований.

Использование для оценки возможных изменений физико-механических свойств грунтов метода инженерно-геологических аналогий ограничено для многих типов отложений сильно выраженной пространственной изменчивостью их состава и свойств. Поэтому имеются большие трудности при выборе природных аналогов исследуемым территориям, а иногда это неосуществимо.

Материалы, необходимые для оценки и прогноза деформационного поведения грунтов после их подтопления, должны быть получены в ходе инженерно-геологических изысканий, путем проведения дополнительного комплекса полевых и лабораторных работ, состав и объем которых устанавливается в программе и согласуется с заказчиком [4].

Как уже указано выше вопрос оценки влияния увлажнения грунта на физико-механические свойства грунта, и прогнозирования таких изменений является очень обширным и зависит от множества факторов. Одной из значимых

работ в этой области являются Рекомендации по методике прогноза изменения строительных свойств структурно-неустойчивых грунтов при подтоплении / ПНИИС. — М.: Стройиздат, 1984.

Рассматривая этот вопрос в практической плоскости, опуская множество нюансов и существенно упрощая, можно говорить о том, что увлажнение грунта оказывает влияние на физико-механические характеристики грунта: прочностные и деформативные. При проектировании фундаментов расчетное сопротивление грунта в общем случае зависит от следующих основных характеристик грунта:

γ - расчетное значение удельного веса грунта с учетом взвешивающего действия воды;

C - расчетное значение удельного сцепления грунта, залегающего непосредственно под подошвой фундамента;

φ - угол внутреннего трения.

С учетом расчетного сопротивления грунта и других факторов определяется тип фундамента и его параметры, далее одним из этапов является определение осадки фундамента. Основная характеристика, используемая в таких расчетах: E – модуль деформации.

Изменение влажности грунта и физико-механических характеристик в любом случае приводит к изменению осадки здания. Если грунт однородный, то теоретически дополнительные осадки будут равномерными и не приведут к возникновению каких-либо дефектов в строительных конструкциях. Безусловно, это будет так же зависеть от конструктивного решения здания и фундаментов, ведь если напряжения в грунте в разных частях различны, то и осадки будут отличаться. Ввиду вышеизложенного вероятность сценария, при котором при увлажнении грунта неравномерные осадки фундамента будут отсутствовать крайне мала.

С учетом этого при выполнении инженерно-геологических изысканий на затопливаемых территориях физико-механические характеристики грунта в любом случае необходимо определять, как при естественной влажности, так и в водонасыщенном состоянии, даже если грунтовые воды не выявлены или находятся на достаточной глубине.

Говоря о увлажнении грунта необходимо отметить, что при затоплении территории увлажнение грунта может происходить как сверху (проникновение воды со стороны поверхности земли), так и снизу (увеличение уровня грунтовых вод). Глубина проникновения воды со стороны поверхности земли (сверху) зависит от коэффициента фильтрации грунта K_f , который характеризует скорость прохождения воды через грунт. Коэффициент K_f зависит от типа грунта (рисунок 2.23).

Тип грунта		Коэффициент фильтрации, м/с	Тип грунта (согласно классификации ГОСТ 25100-2020)
Монолитные скальные грунты		Меньше 0,00005	Водонепроницаемый
Нетрещиноватые песчаники		Меньше 0,005	Водонепроницаемый
Слаботрещиноватые глинистые сланцы, песчаники, известняки		Меньше 0,5	Слабоводопроницаемый или водопроницаемый
Трещиноватые скальные грунты		Меньше 5	Водопроницаемый
Скальные грунты повышенной трещиноватости		До 50	Сильноводопроницаемый или очень сильноводопроницаемый
Сильно трещиноватые скальные грунты		Больше 50	Очень сильноводопроницаемый
Галечниковый (чистый)		Больше 200	Очень сильноводопроницаемый
Гравийный (чистый)		100-200	Очень сильноводопроницаемый
Крупнообломочный с песком		100-150	Очень сильноводопроницаемый
Песок	Гравелистый	50-100	Очень сильноводопроницаемый
	Крупный	25-75	Сильноводопроницаемый или очень сильноводопроницаемый
	Средней крупности	10-25	Сильноводопроницаемый
	Мелкий	2-10	Водопроницаемый или сильноводопроницаемый
	Пылеватый	0,1-2	Водопроницаемый
Супесь		0,1-0,7	Слабоводопроницаемый или водопроницаемый
Суглинок, тяжелая супесь		0,005-0,4	Слабоводопроницаемый или водопроницаемый
Глина		Меньше 0,005	Водонепроницаемый
Торф	Слабого разложения	1-4	Водонепроницаемый
	Среднего разложения	0,15-1	Слабоводопроницаемый или водопроницаемый
	Сильного разложения	0,01-0,15	Слабоводопроницаемый

Рисунок 1 – Коэффициент фильтрации грунта

В случае необходимости определения уровня грунтовых вод, для учета этого фактора при проектировании фундаментов, необходимо предварительное выполнение не только инженерно-геологических, но и гидрогеологических изысканий. При этом необходимо учитывать не только уровень грунтовых вод, но и оценивать изменение этого уровня в зависимости от изменений уровня воды в реке.

Список литературы

1. <https://vestirama.ru/vkontakte/video/194301-v-orenburzhe-naibolee-krupnymi.html>
2. <https://ria.ru/20240414/orenburg-1939897644.html>
3. Последствия паводка в Оренбургской области 2024 года [Электронный ресурс] / В. И. Жаданов, М. А. Аркаев, И. В. Руднев, Д. А. Украинченко, С. В. Лисов // Инженеры России и Беларуси: сила в сотрудничестве : материалы Междунар. науч. практ. конф., Архангельск, 15-16 окт. 2024 г. / сост. М. В. Морозова. - Архангельск : САФУ, 2024. - . - С. 12-16. . - 6 с.
4. Рекомендации по методике прогноза изменения строительных свойств структурно-неустойчивых грунтов при подтоплении / ПНИИИС. — М.: Стройиздат, 1984

СТАТИСТИКА АВАРИЙ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

**Рузанов Н.А., Ахмадуллин Р.Р., канд. техн. наук, доцент, Ривкин С.Г.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: В мире возрастает добыча полезных ископаемых, таких как нефть и газ, на их продаже, переработке держится экономика. Россия увеличивает добычу этих ресурсов. Крупнейшие компании ведут геологическую разведку, и дальнейший запуск месторождений. Исследованиями подтверждено, что внедрение последних разработок в области эксплуатации, транспортировки и хранения углеводородных продуктов экономически выгодно.

Именно поэтому каждая внештатная ситуация, авария, катастрофа в области нефтедобычи рассматривается очень детально, выискиваются причины и следствия, выпускаются новые инструкции. Все эти меры направлены на предотвращения подобных инцидентов, ведь они ведут к убыткам как экономическим, так и экологическим. Таким образом, аварии приводящие к потере людей относятся к самым ужасающим и требуют наибольшего внимания к рассмотрению руководства компании для профилактики подобного.

Ключевые слова: предотвращение аварий, аварийные ситуации, статистика аварий нефтегазовых объектов.

Нефтегазопереработка и добыча – отрасль, которая включает в себя длительный процесс, который состоит из разведывания месторождения и заканчивается продукцией [1]. Как и в любой отрасли, есть факторы, которые могут губительно сказаться на эффективности предприятия. Для нефтяной промышленности особенно опасным может быть изношенность оборудования, нарушение технологии производства или устаревшая методика, низкоквалифицированные специалисты.

При сложных процессах, которые связаны с нефтедобычей или нефтепереработкой, даже небольшое нарушение технологии может сказаться на всем предприятии и привести к аварии или даже катастрофе [2]. Огромен риск возникновения взрывов, аварий, которые могут привести к выбросам вредных веществ, появление очагов возгорания.

Рассмотрим статистику аварийных ситуаций на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности.

Распределение аварий на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности по видам опасных происшествий за период с 2004 по 2018 г. представлено на рисунке 1 [2].

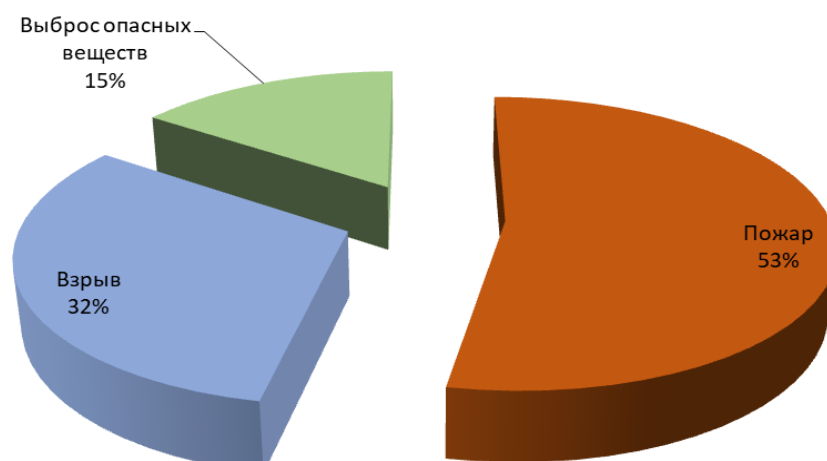


Рисунок 1 – Процентное соотношение каждого вида аварий

За представленный период была зафиксирована 251 авария, приведшая к негативным последствиям, а причиной инцидентов выявлены: выбросы опасных веществ (50 случаев), пожар (97 случаев) и взрыв (104 случая).

Все эти ситуации привели к травмам различной степени тяжести сотрудников, а так же к летальным исходам (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Распределение несчастных случаев с летальным исходом по виду травмирующего воздействия

Год	Термическое воздействие	Падение с высоты	Токсичные вещества	Недостаток кислорода	Взрывная волна	Электрический ток	Разрушенные устройства	Прочие	Всего
2004	3	1	7	-	-	-	2	2	15
2005	21	2	2	2	2	1	-	1	31
2006	6	4	-	-	-	1	-	-	11
2007	5	1	-	-	3	-	-	1	10
2008	12	2	-	-	-	-	-	-	14
2009	2	2	-	-	-	-	1	-	5
2010	6	-	-	-	-	-	-	-	6
2011	12	1	-	2	-	-	-	1	16
2012	3	-	-	9	1	-	-	-	13
2013	1	-	-	-	-	-	3	-	4
2014	11	-	-	-	-	-	-	-	11
2015	7	-	-	-	-	-	-	-	7
2016	11	1	-	-	-	-	-	-	12
2017	12	-	-	-	-	-	-	-	12
2018	3	-	-	-	-	-	-	-	3

На рисунке 2 представлена диаграмма статистики смертельных случаев в нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности.

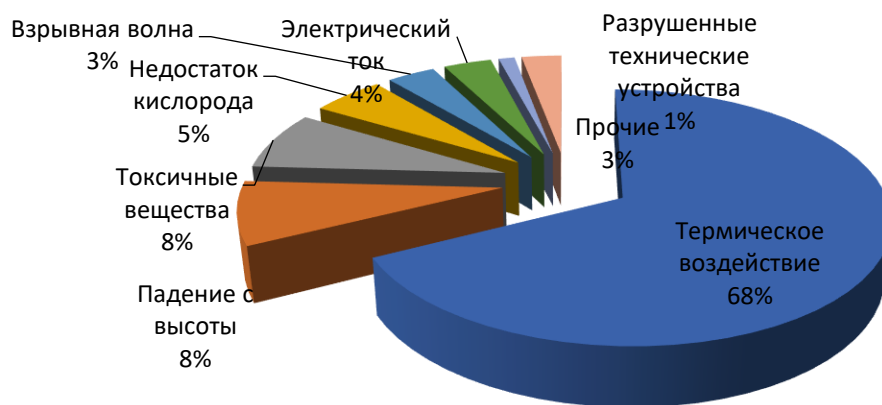


Рисунок 2 – Статистика смертельных случаев в нефтехимической и нефтеперерабатывающей отраслях промышленности

На рисунке 3 представлена динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом.

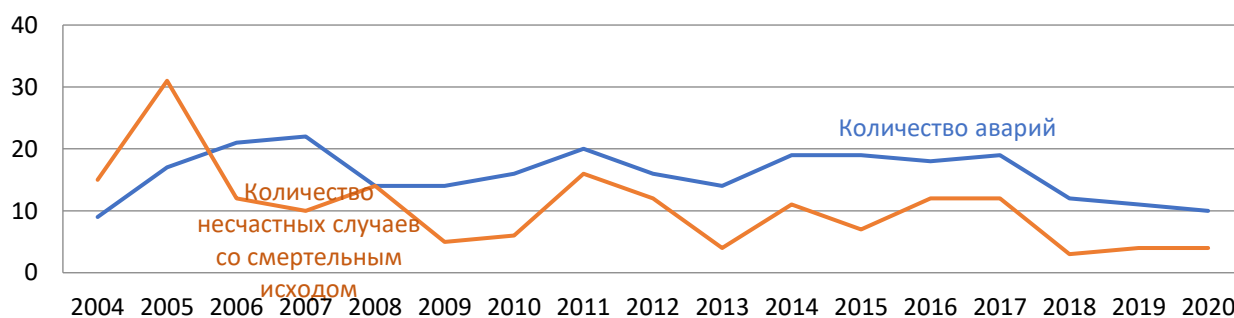


Рисунок 3 – Динамика аварийности и производственного травматизма со смертельным исходом

Как видно из представленного рисунка, смертельный исход на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности за выбранный период происходит из-за термического фактора (достигает своего пика в 2005 году). Следующим по количеству летальных исходов за фактором связанным с недостатком кислорода и из-за падения с высоты.

Анализ экономического ущерба от аварий на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности с 2004 по 2013 г. показывает не большой разброс в показателях.

Экономический ущерб от аварий на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности с 2004 по 2013 г. представлен на рисунке 4.

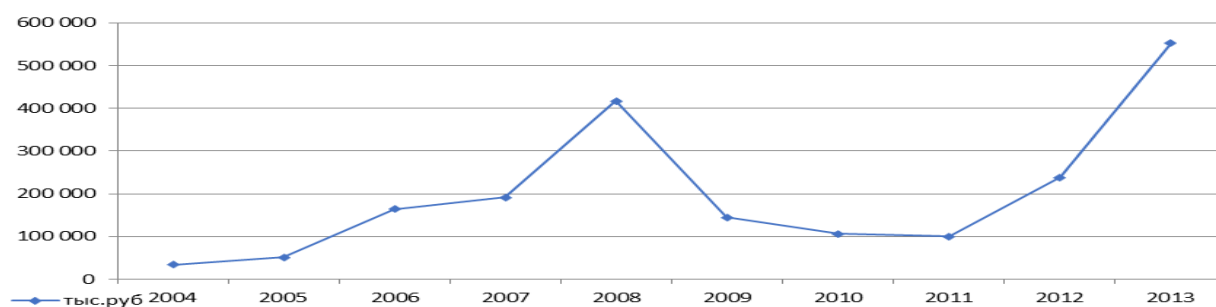


Рисунок 4 – Экономический ущерб от аварий на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности с 2004 по 2013 г.

В период с 2014 по 2018 возникает несколько крупных аварий, которые привели к большим убыткам (рисунок 2.5).

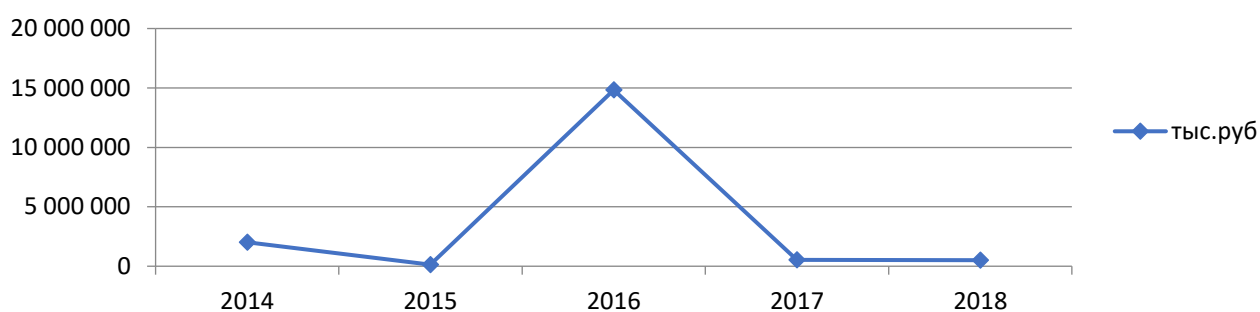


Рисунок 5 – Экономический ущерб от аварий на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности с 2014 по 2018 г.

Основными первопричинами аварийных ситуаций на объектах промышленности считаются технические, но наряду с ними стоят организационные, к которым относят все действия сотрудников на рабочем месте, так называемый «человеческий фактор». Подготовка сотрудников должной компетенции является важной задачей каждой компании [3].

Из-за организаторских причин произошла авария 14 марта 2004 года в Ярославле на предприятии ОАО «Лакокраска», во время которой пострадали четыре человека, один смертельно. При ошибке подключения вместо сжатого воздуха азота, произошла внештатная ситуация, к которой сотрудники не были готовы из-за нарушений оформления наряда допуска и отсутствия как защитных средств, так и знаний об их использовании.

За 2020 год показатели аварийных ситуаций на промышленных объектах снизились по сравнению со статистикой за прошлые годы. Так же снижаются

показатели травматизма, аварии с летальным исходом сократились на 59,1 процент. Это связано с повышением требований к технике промышленной безопасности. Данные Ростехнадзора подтверждают, что объекты энергетики стали эксплуатироваться без аварий на 12,3 процента в 2020 году [3].

По итогам проверки было принято решение о признании аварийными десять процентов объектов, а двенадцать процентов были представлены для ремонтно-восстановительных работ. Анализируя основные причины произошедших аварий можно составить диаграмму (рисунок 6) [4].

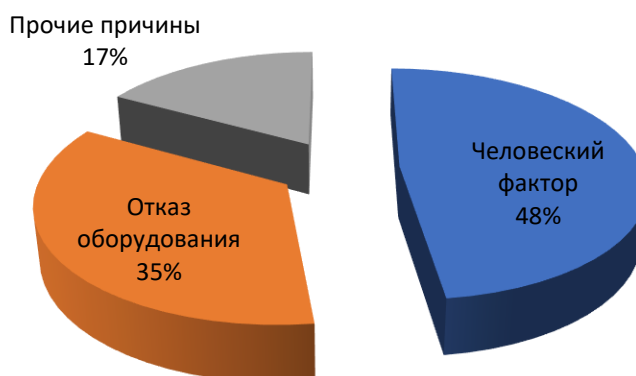


Рисунок 6 – Основные причины аварий на предприятиях нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности

Главной причиной остается человеческий фактор и организаторские аспекты, приведшие к нарушению функционирования технологии.

Список литературы

1. Хачатурян, А.А. Логистические составляющие в системе управления качеством функционирования нефтегазовых компаний / А.А. Хачатурян, А.С. Абдулкадыров, Е.П. Жигулина, //Транспортное дело России. – 2015. – №. 6. – С. 36-37.
2. Калараш, Р.А. Статистика аварий на объектах нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности / Р.А. Калараш, Т.Г. Короткова, //Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2019. – №. 7. – С. 314-324.
3. Немчинов, Д.В. Снижение риска аварийной ситуации на производственном объекте / Д.В. Немчинов, О.М. Проталинский // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. Сер. управление, вычисл. техн. информ. – 2009. - № 1. – С. 111–116.
- 4 Чухарева, Н.В. Анализ развития аварийных ситуация при строительстве и эксплуатации трубопроводных систем в условиях Западной Сибири / Н.В. Чухарева, Р.В. Савицкий, О.Л. Блохина // Горный информационно-

аналитический бюллетень (научно-технический журнал). – 2011. - №2. – С.454-460.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ВОЕННОЙ ФОРТИФИКАЦИИ: ПАРАДИГМАЛЬНЫЙ СДВИГ В СОЗДАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Базаров Р.А. студент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: Технология 3D-печати в строительстве совершает революцию в военной фортификации. Анализируются преимущества метода: скорость возведения укреплений, снижение логистической нагрузки, создание сложных защитных конструкций. Рассматриваются разработки ведущих армий мира и перспективы преобразования военно-инженерного дела.

Ключевые слова: 3D-печать, аддитивные технологии, строительство, военная фортификация, цифровая фортификация, инженерные сооружения, роботизированное строительство, быстровозводимые укрепления, строительный 3D-принтер, экструдер.

Представьте себе будущее, где стройплощадка больше напоминает современный завод: вместо суеты десятков рабочих вы видите мощную механическую руку, которая с математической точностью укладывает слои специального бетона, и всего через несколько дней из-под ее сопла вырастают стены полноценного дома. Это не сцена из фантастического фильма, а реальность сегодняшнего дня. Технология 3D-печати зданий, некогда считавшаяся дерзким экспериментом, стремительно переходит в разряд практических инструментов, кардинально меняя индустрию строительства.

Но если эта технология так эффективна для мирных целей, то где она может раскрыть свой потенциал по-настоящему революционно? Ответ лежит в области, где время и ресурсы являются критическими факторами: в военно-инженерном деле и создании фортификационных сооружений.

В основе всего лежит принцип послойного создания объекта (аддитивное производство) на основе цифровой 3D-модели. Если просто, то строительный 3D-принтер — это порталый робот или система на рельсах, которая вместо чернил выдавливает специальную быстротвердеющую строительную смесь, формируя конструкцию слой за слоем.

➤ Печатающая головка (экструдер): Выдавливает бетонную смесь. Может иметь сменные насадки для печати разных профилей.

➤ Система подачи материала: Мощный насос, который непрерывно подает бетон из смесителя к печатающей головке.

➤ Несущая рама/портал или роботизированный манипулятор: Определяет зону печати. Для мобильных задач чаще используют манипуляторы, установленные на шасси автомобилей или прицепов.

➤ Программное обеспечение: Специализированный софт, который "нарезает" 3D-модель объекта на отдельные слои и управляет движением принтера.

Процесс выглядит так: создается цифровая модель, разрабатывается рецепт бетона, который быстро схватывается и не растекается, принтер устанавливается на площадке и начинает работу, послойно наращивая объект. После печати часто монтируются дополнительные элементы (арматура, перекрытия).

Именно эти преимущества — скорость, автономность и свобода в создании сложных форм — делают 3D-печать идеальным решением для современного поля боя. Если принтер может за день напечатать стены дома, то что мешает ему за несколько часов возвести пулеметный ДОТ, укрытие для техники или противоосколочные стены?

Традиционная фортификация — это всегда титанический труд: нужно доставить на позицию мешки с песком, копать землю, заливать бетон в опалубку, что требует много времени и людских ресурсов и сильно демаскирует позицию. 3D-печать предлагает парадигмальный сдвиг.

1. Скорость развертывания и мобильность: Современные военные 3D-принтеры часто представляют собой мобильные комплексы на базе грузовиков или прицепов. Такая установка может прибыть на нужную точку, и всего через несколько часов непрерывной работы создать полноценное укрепление. Это кардинально меняет тактику инженерных подразделений, позволяя создавать опорные пункты с невиданной ранее скоростью.

2. Прочность и оптимальная геометрия: Принтер не просто льет бетон. Он создает конструкции с заранее просчитанной и оптимизированной геометрией.

➤ Двустенные стены: Принтер может печатать полые стены, которые затем заполняются грунтом, песком или другим наполнителем. Это дает огромную экономию материала и повышает защитные свойства (такая конструкция лучше поглощает энергию взрыва).

➤ Сложные траектории: Легко создаются вогнутые и выпуклые поверхности, которые оптимально отклоняют пули и осколки, а также противотанковые конструкции («ежи», «зубы дракона») любой сложности, которые практически невозможно отлить в полевых условиях традиционными методами.

3. Адаптивность и логистика: Цифровая модель сооружения — это всего лишь файл. Командир инженерного подразделения может выбирать из каталога типовых проектов (окоп, укрытие, огневая точка) или быстро получить по защищенному каналу новую модель, адаптированную под конкретную тактическую задачу и рельеф. Основной материал — это сухая строительная смесь или местные ресурсы (грунт, песок), что резко снижает логистическую нагрузку по сравнению с перевозкой готовых железобетонных изделий или мешков.

4. Снижение риска для личного состава: Автоматизация процесса возведения укреплений означает, что солдатам меньше времени придется

проводить на открытой местности, занимаясь тяжелым физическим трудом. Это повышает их выживаемость и сохраняет силы для непосредственного выполнения боевых задач.

Война всегда была двигателем технологического прогресса. Сегодня 3D-печать, выйдя из мирных строительных площадок, готова совершить настоящую революцию в военно-инженерном искусстве, вернув фортификации ее былое значение, но уже на качественно новом, цифровом уровне.

Уникальность технологии строительной 3D-печати заключается в ее способности создавать объекты практически любой геометрической формы, что открывает беспрецедентные возможности для проектирования и строительства сложных защитных сооружений, оптимизированных под конкретные тактические задачи и ландшафтные условия. Эта характеристика становится ключевым преимуществом на современном поле боя, где гибкость и адаптивность играют решающую роль.

Как отмечает портал 3Dtoday, американские морские пехотинцы (USMC) уже активно экспериментируют с созданием мобильных укрытий с использованием 3D-печати. Их проект направлен на оперативное возведение защитных сооружений в полевых условиях, что позволяет значительно сократить время на инженерную подготовку позиций и снизить нагрузку на логистические цепи. Ключевым элементом подхода USMC является разработка мобильных печатающих комплексов, способных быстро разворачиваться в непосредственной близости от линии соприкосновения с противником и производить укрытия для личного состава и техники по требованию.

Франция, как сообщает издание Topwar.ru, также демонстрирует значительные успехи в этой области. Французская армия провела показательные учения, в ходе которых были продемонстрированы возможности 3D-печати для создания фортификационных сооружений. Особое внимание уделяется разработке автоматизированных систем, способных работать в автономном режиме с минимальным участием человека. Французские инженеры акцентируют внимание на создании не просто укрытий, а целых систем полевой фортификации, включающих огневые позиции, наблюдательные пункты и защищенные командные центры, интегрированные в единую оборонительную схему.

Российский подход к внедрению аддитивных технологий в фортификацию, судя по всему, отличается более комплексным и масштабным характером. Помимо разработки мобильных тактических решений, аналогичных американским, ведутся работы над созданием стационарных и полустационарных печатающих комплексов для оборудования глубоко эшелонированных оборонительных рубежей.

Эти системы предназначены для возведения долговременных огневых точек (ДОТ), командных пунктов и других капитальных сооружений в сжатые сроки, что позволяет в кратчайшие сроки создавать мощные оборонительные линии, сопоставимые по прочности с традиционными железобетонными конструкциями, но возводимые в разы быстрее.

Важным направлением российских исследований является адаптация технологии к суровым климатическим условиям. Ведутся активные работы над разработкой специальных бетонных смесей, способных эффективно функционировать в широком диапазоне температур — от арктических морозов до южной жары. Эти составы должны обладать свойствами повышенной морозостойкости, быстро набирать проектную прочность даже при отрицательных температурах и демонстрировать высокую устойчивость к динамическим ударным нагрузкам.

Одним из наиболее перспективных применений технологии в российской практике видится производство нестандартных и оптимизированных защитных конструкций. Используя возможности аддитивного производства, инженеры могут создавать сооружения со сложной геометрией (например, гиперболические или волнистые стены), которые обладают значительно более высокими показателями прочности и устойчивости к взрывным воздействиям по сравнению с традиционными плоскими конструкциями. Это открывает возможности для изготовления:

- Усиленных противоосколочных козырьков и перекрытий для окопов и блиндажей, способных выдерживать прямое попадание минометных снарядов и мин.

- Сборных укрытий для военной техники, оптимизированных для максимальной защиты от осколков, обломков и ударной волны.

- Специализированных огневых точек (ДОТ и ДЗОТ), спроектированных с учетом требования максимального обзора сектора обстрела и защиты от прямых попаданий крупнокалиберных снарядов.

- Многофункциональных оборонительных модулей, включающих в себя элементы для ведения огня, наблюдения и укрытия личного состава.

Несмотря на впечатляющий потенциал, широкому внедрению технологии препятствует ряд серьезных проблем, требующих решения:

- Уязвимость печатающих комплексов: Крупные стационарные или даже мобильные системы развертывания на переднем крае являются высокоприоритетными целями для поражения средствами разведки и огневого воздействия противника. Критически важной задачей является разработка более компактных, малозаметных, быстроразвертываемых и, по возможности, роботизированных комплексов, способных функционировать с минимальным участием человека.

- Логистическая зависимость: Необходимость обеспечения непрерывной подачи специализированных сухих смесей или воды может стать критическим уязвимым местом в условиях нарушенных логистических цепочек поставок. Перспективные исследования сфокусированы на разработке технологий, позволяющих использовать местные материалы — грунт, песок, подручные наполнители — с минимальным добавлением связующих компонентов.

- Вопросы долговечности и сопротивления: Требуется проведение масштабных натурных испытаний и получение комплексных данных о стойкости напечатанных сооружений к прямому попаданию современных видов

артиллерийских снарядов, авиабомб и противотанковых средств в сравнении с классическими железобетонными аналогами. Без этих данных невозможно разработать надежные инженерные нормы и стандарты.

3D-печать открывает новую эру в военно-инженерном искусстве — эру цифровой фортификации. Эта технология не просто дополняет традиционные методы строительства, а кардинально меняет философию создания оборонительных сооружений. От тактических укрытий до стратегических оборонительных рубежей — везде аддитивные технологии демонстрируют свой преобразующий потенциал.

Страны, которые смогут первыми массово внедрить и освоить эти технологии, получат значительное тактическое преимущество. Будущее военного строительства уже наступает — и это будущее создаётся слой за слоем под управлением цифровых алгоритмов, коренным образом изменяя подходы к обеспечению безопасности и обороноспособности.

НАСЛЕДСТВО ДРЕВНЕГО ГОСУДАРСТВА УРАРТУ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЕНИИ. КРЕПОСТЬ ТЕЙШЕБАИНИ

**Барсегян Э.А., студент, Мельникова О.В., старший преподаватель,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет»**

Аннотация: Данное исследование нацелено на изучение культурного и архитектурного наследия древнего государства Урарту, находящиеся ныне на территории современной Армении. В статье рассматриваются руины последнего оплота Урарту, а именно Тейшебаини, его раскопки, установка даты постройки и назначения. Приводится пример создания 3-D модели крепости Тейшебаини.

Ключевые слова: Архитектура, Армения, Урарту, оплот, консервация, модель, музей.

Древнее государство Урарту, также именуемая как Араратское или Ванское царство сформировалось в IX-ом веке до н.э., долгое время имел статус одного из ключевых и могущественных царств на Закавказье и Ближнем Востоке. Являлся военной сверхдержавой, прославился тактикой ведения горной войны. На высоком уровне развитии были цитадели, крепости, железное искусство, являлся одним из основоположников культурных, инженерных и архитектурных ценностей. VIII-ым веком до н.э. датируется могущество Урарту, данный промежуток характерен формированием централизованного государства, собственной религией и языком, развитием сферы металлургии и земледелия. Спад Урарту пришёл на VI-ой век до н.э., причиной этого становятся набеги мидийцев и скифов. Точкой существования государства Урарту стал его вход в состав Персидской империи [1].

В научных трудах Армена Петросяна рассматривается гипотеза взаимосвязи между государством Урарту и народом Армян. Она не является единственной версией и часто становится причиной разногласий. Однако, тот факт, что народ Урарту состоял из многих племён, которые не до конца слились в один, временное схождение распада Урарту и появления армянского народа и территориальное совпадение даёт возможность говорить о влиянии при этнологическом формировании армян, архитектурном и культурном наследии [2].

Данная исследовательская работа нацелена на изучение основных архитектурных сооружений государства Урарту на территории современной Армении, сбор информации о данных крепостях, об их местоположении, изначальной функции и нынешнем состоянии. По некоторым данным, на территории Урарту существовало более 200 единиц крепостей и мелких

форпостов, из них около 100 единиц подтверждены археологически. Из них 12 крупных и 30 мелких укреплений сохранились на территории Армении [3].

Таблица 1 – Основные крепости Урарту на территории современной Армении

Название крепости	Геолокация	Годы существования	Нынешнее состояние
Эребуни (Էրեբունի)	Холм Арин-Берд, Ереван	782 – ок. 590 г. до н.э.	Частично отреставрирована. Музей на территории.
Тейшебаини (Թեյշեբաինի)	Кармир-Блур, Ереван	685 – 590-е гг. до н.э. (разрушена при штурме)	Руины. Были проведены раскопки.
Аргиштихинили (Արգիշտիխինիլի)	Окрестност и г. Армавир	776 – сер. VI в. до н.э.	Слабо сохранившиеся руины. Клинописи.
Менуахинили (Մենուախինիլի)	Склон г. Арагац, с. Арагац	810 – VII в. до н.э.	Руины. Сохранилась циклопическая кладка стен.
Циклопическая крепость Амберд (Յիկոնալան ամրոց Ամբերդ)	Склон г. Арагац, с. Бюракан	Ок. VIII – VI в. до н.э.	Древние руины из гигантских камней. Позже была построена средневековая крепость.
Крепость Одзаберд (Օձաբերդ)	Недалеко от г. Армавир	VIII – VI в. до н.э.	Хорошо сохранившейся циклопическая кладка.
Крепость Шенгавит (Շենգավիթի ամրոց)	Один из холмов в Ереване	VIII – нач. VI в. до н.э.	Сильно разрушена. Руины скрыты под позднейшей застройкой района.
Крепость Арагац (Արաքածի ամրոց)	Вершина горы Арагац	VIII – VI в. до н.э.	Руины на огромной высоте. Кольцевая стена и остатки.
Крепость Хором (Խորնուի ամրոց)	Северный склон горы Арагац	VIII – VI в. до н.э.	Масштабные руины. Хорошо читаются мощные стены.

Крепость Тейшебаини, являлся одним из крупнейших крепостей, последним оплотом Урарту, важнейшим культурным центром, ныне

представляет из себя ценный археологический и исторический объект. Находиться на окраине Еревана, столицы современной Армении, на правом берегу реки Раздан. Год постройки крепости датируется VII веком до н.э. Русой II, была названа в честь бога войны Тейшебы. Отличительными особенностями крепости являлись стены толщиной до 3,5 метров, цокольная часть стен была возведена сухой кладкой из базальтовых блоков, а верхняя часть была выложена из сырцового кирпича. 590–585 гг. до н. э. датируется гибель крепости, причиной стал внезапный штурм со стороны скифов, на это указывают скифского типа стрелы, незахороненные скелеты и следы огня. Первые современные данные о крепости Тейшебаини появляются только в 1936-ом году археологом Ашхарбек Калантаром, в дальнейшем археологическим исследованием данной крепости занимается Государственный Эрмитаж (Ленинград) и Армянский филиал АН СССР. Под руководством Бориса Пиотровского были обнаружены клинописи, винные хранилища, шлемы, бронзовые щиты и украшения. Будучи последним оплотом Урарту, Тейшебаини стал кладезем культурного и материального наследия, благодаря которым стало возможно более подробно изучить быт и древних народов, живших на данной территории. На данный момент крепость Тейшебаини является неприкосновенным археологическим заповедником, при таком статусе государство обязывается охранять её в нынешнем виде. Используется грамотная консервация и музеефикация [4].



Рис. 1. 3D модель крепости Тейшебаини

Одним из современных способов сохранения исторической ценности древних сооружений является использование современных цифровых

технологий. С помощью данных инструментов становится возможно создание 3D моделей ныне не сохранившихся сооружений, воссоздание их изначального вида. Такую цифровую модель крепости Тейшебаини реализовал армянский архитектор, реконструктор, археолог Рубен Саркисян. Таким образом, опираясь на исторические данные и чертежи, а также на результаты археологических раскопок и исследований, в которых Рубен Саркисян участвовал лично, применяя современные технологии и программы получилось воссоздать 3D модель крепости Тейшебаини. Работа над моделью продолжается на момент публикации данной научной работы, однако, уже сейчас, графические материалы крепости участвуют в выставках и конкурсах. При совместном использовании с очками дополненной реальности позволяют посетителям музея Эрбуни лично ознакомиться и "прогуляться" по древним коридорам последнего оплота Урарту [5].



Рис. 2. Визуализация винного хранилища, подвал крепости Тейшебаини

Таким образом, крепость Тейшебаини, несмотря на нынешнее состояние, является одним из важнейших объектов архитектурного наследства Урарту. Современные технологии же позволяют воссоздать жизнедеятельность, архитектуру и культуру древних народов.

Список литературы

1. Пиджаков, А. Ю. Государство Урарту (IX - VI вв. до н.э.) / А. Ю. Пиджаков // Мир экономики и права. – 2011. – № 2. – С. 47-51. – EDN NEGMAJ.

2. Петросян, А. Е. Страна армян в начале I тыс. до н. э. / А. Е. Петросян // Индоевропейское языкознание и классическая филология. – 2021. – № 25-2. – С. 1014-1031. – DOI 10.30842/ielc230690152560. – EDN HOPSRD.
 3. Хачатрян, Т. С. Этнополитическая история Армянского нагорья в первой половине I тысячелетия до Н.э. / Т. С. Хачатрян // Научные исследования 2022: Сборник статей Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Пенза, 23 мая 2022 года. Том Часть 1. – Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2022. – С. 78-82. – EDN XRADUS.
 4. Шишина, Д. Г. Руины древнего города-крепости Тейшебаини как объект современной археологии / Д. Г. Шишина // Музей. – 2022. – № 4. – С. 32-38. – EDN AWCKYO.
 5. Иванченко, А. В. Археологическое наследие древнего царства Урарту в Национальном историческом музее Армении / А. В. Иванченко // Музей. – 2022. – № 4. – С. 12-19. – EDN XVAOCB.
- Иванов И.И. Управление маркетинговыми исследованиями в регионе. Новочеркасск: НГТУ, 2004. 256 с.

ПОВЫШЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ СТОИМОСТЬЮ ПРОЕКТОВ

**Бероева Е.А., кандидат педагогических наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»,
город Оренбург**

Строительная отрасль является одним из системообразующих секторов экономики, но одновременно одной из наиболее уязвимых к воздействию внешних факторов (инфляция, рост стоимости кредитных ресурсов, дефицит квалифицированных кадров). Для дорожно-строительного комплекса риски усугубляются длительным производственным циклом, высокой капиталоемкостью и сильной зависимостью от государственного заказа.

Регулярная оценка финансовой устойчивости реализации проекта позволит минимизировать риски банкротства и укрепить позиции организации на рынке. Одним из таких механизмов является финансово-технический мониторинг на различных стадиях реализации проекта. Финансово-технический мониторинг инвестиционного проекта включает в себя следующие работы:

- анализ условий контракта: цены, сроки реализации, страхования;
- оценка возможностей исполнителей и соисполнителей контракта;
- анализ исходно-разрешительной, проектно-сметной, рабочей и исполнительной документации;
- выявление правовых, технических, технологических и финансовых факторов, оказывающих негативное влияние на проект, которые могут привести к негативному отклонению параметров проекта от запланированных показателей;
- выявление негативных факторов, которые приводят к ухудшению качества строительства, финансового состояния проекта, и предложение мер по их устранению.

Оценить потенциальные риски, связанные с темпами и качеством строительства объекта, перерасходом и эффективностью использования финансовых ресурсов, на всех этапах реализации проекта позволяет финансово-технический мониторинг инвестиционного проекта.

Соответственно финансовый результат реализуемого проекта, следовательно, и финансовая устойчивость дорожно-строительной организации, напрямую зависит от учета сильных и слабых сторон строительной отрасли, понимания рисков и эффективности перспективного планирования прибыли.

Анализ текущей ситуации в строительной отрасли показывает, что сокращение объемов работ, отсрочка платежей по государственным контрактам

сказались на платежеспособности компаний. Это в свою очередь повлекло увеличение просроченных задолженностей поставщикам, бюджетам различных уровней, работникам организаций по оплате труда, процентов по кредитам и займам, по выплатам дивидендов и так далее [1].

В связи с этим анализ финансовой устойчивости дорожно-строительных организаций целесообразно проводить в разрезе двух групп факторов: внешних, обусловленных макроэкономической конъюнктурой, и внутренних, связанных с операционной эффективностью компании. К числу ключевых внешних факторов относятся:

- повышение цен на материалы и оборудование: рост стоимости щебня, битума, металлоконструкций создает риски срыва выполнения проектов в рамках утвержденной сметной стоимости проектов (заключенных по твердым ценам);

- недоступность кредитных средств: высокие банковские ключевые ставки делают кредитные ресурсы малодоступными для пополнения оборотных средств и реализации новых проектов;

- недостаток квалифицированных кадров: острая нехватка инженерно-технических работников и квалифицированных рабочих приводит к росту фонда оплаты труда и рискам нарушения технологических процессов;

- изменение нормативно-правовой базы: необходимость постоянного мониторинга к изменениям в законодательстве, в т.ч. в сфере государственного заказа (риски работы в рамках Федеральных законов 44-ФЗ «О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд», 223-ФЗ «О закупках товаров, работ, услуг отдельными видами юридических лиц», конкурсные процедуры, твердая цена контракта).

Среди внутренних факторов, связанных с эффективностью системы управления организации, можно выделить:

- неэффективное управление запасами: излишние (сверхнормативные) запасы материалов и запасных частей для техники;

- низкое качество финансового планирования и прогнозирования: отсутствие детальных бюджетов проектов и системы контроля их исполнения (отклонение «план-факт»);

- рисковая модель ведения бизнеса: участие в тендерах с заниженной ценой без оценки рентабельности проекта;

- устаревшие подходы к управлению проектами: отсутствие применения BIM-технологий, методов Бережливого строительства, что приводит к потерям, простоям и переделкам.

Организации, которые инвестируют в цифровизацию, риск-менеджмент и новые управленческие практики формируют долгосрочное конкурентное

преимущество.

Для того чтобы инвестору получить объективную профессиональную оценку состояния проекта и его финансовых показателей необходимо провести независимую экспертизу инвестиционного проекта. Финансово-техническую экспертизу часто называют сюрвейерской услугой. Сюрвейерские услуги в строительстве проводятся в строгом соответствии с российским законодательством. Сюрвейерские услуги позволяют подтвердить целевое использование денежных средств и надлежащее исполнение обязательств по договору подряда, обеспечить прозрачность и управляемость расходов.

Результат финансово-технического мониторинга сохранение лимитов бюджета договора. В отчет финансово-технического мониторинга входит:

- оценка степени воздействия выявленных рисков;
- предложения по устранению/снижению негативных факторов;
- подтверждение цены, стоимости и рентабельности контракта;
- заключение о возможностях подрядчика / соисполнителя подрядчика

исполнить контракт в указанные сроки и предельных суммах.

Термином «финансовая устойчивость» обозначается стабильность текущего положения организации с точки зрения возможности бесперебойного исполнения имеющихся у нее обязательств [2]. Высокий уровень этого параметра показывает платежеспособность и кредитоспособность субъекта, и его инвестиционную привлекательность.

Финансово- устойчивые дорожно-строительные организации имеют следующие преимущества:

- стабильные взаимоотношения с контрагентами, которые в силу доверия, основанного на долгосрочном сотрудничестве, могут представить ему более выгодные условия;

- отсутствие задолженностей по оплате труда;
- возможность получения кредитов в коммерческих банках;
- привлекательность предприятия как объекта инвестиций для

потенциальных инвесторов;

- ликвидность активов, т.е. такое размещение активов, которое обеспечивает возможность их срочного превращения в денежные средства для погашения текущих обязательств или для более выгодных вложений [3].

Пути повышения финансовой устойчивости дорожно-строительных организаций

1. Внедрение прогрессивных методов управления затратами:

- детализированное сметное планирование с использованием актуальных ресурсных расценок и создание резервов на непредвиденные расходы (калькулирование на основе ресурсных сметных норм, расчет затрат на

материалы, машино-часы техники, трудозатраты);

- регулярный контроль «план-факт» по статьям затрат на каждом этапе проекта с помощью современных программных комплексов (например, на базе 1С);

- применение принципов Бережливого строительства для минимизации потерь на стройплощадке (минимизация простоев техники, логистика, снижение брака в работе, визуализация процессов для лучшего контроля).

2. Оптимизация управления оборотным капиталом:

- контроль дебиторской задолженности, работа по авансированию и выплате промежуточных платежей;

- работа с поставщиками: диверсификация поставщиков для снижения рисков срыва поставок и давления на цены;

- управление запасами: внедрение системы оптимального размера заказа для снижения объема неэффективно отвлеченных оборотных средств.

3. Диверсификация рисков и портфеля заказов:

- сбалансированный портфель проектов: сочетание крупных долгосрочных госзаказов с меньшими по объему, но более рентабельными коммерческими проектами;

- использование инструментов хеджирования рисков: заблаговременное заключение договоров на поставку ключевых материалов (металл, битум) по фиксированной цене;

- страхование рисков: как обязательное страхование, так и добровольное (на случай простоя техники или срыва сроков из-за непредвиденных условий).

4. Повышение операционной эффективности:

- внедрение цифровых технологий: использование BIM не только для проектирования, но и для управления строительством, для выявления ошибок до начала работ и избежанию дорогостоящих переделок;

- развитие компетенций сюрвейерского контроля: независимый технический надзор (сюрвейер) за ходом строительства, качеством материалов и соблюдением сроков — это инструмент минимизации финансовых потерь для всех участников проекта. Организация может развивать эти функции самостоятельно.

Как показывает опыт сюрвейерского сопровождения проекта по строительству объездной дороги, затраты удалось оптимизировать исключительно за счет жесткого поэтапного контроля качества работ и материалов, что предотвратило масштабные переделки на последующих стадиях. А применение детального ресурсного планирования позволило снизить затраты на материалы на 6 % по сравнению с использованием укрупненных расценок.

Повышение финансовой устойчивости — это непрерывный процесс, требующий системного подхода через синергию таких элементов как внедрение современных технологий управления, оптимизация финансовых потоков и развитие человеческого капитала.

Список литературы

1. Мишаков А.А. особенности оценки финансовой устойчивости в строительстве / А.А. Мишаков // Управление организационно-экономическими системами. Выпуск 21 . В 2 ч. / Самар. нац.-исслед. ун-т им. С. П. Королева; под общ. ред. Д.Ю. Иванова. – Самара: Самар. ун-т., 2021. – Ч. 2 – С. 257-261
2. Половникова М. Л. Влияние концепций статического и динамического баланса на показатели финансовой устойчивости организации / М. Л. Половникова // Молодой ученый. – 2017. – №11. – С. 188–191.
3. Рыбалкина З. М. Экономические аспекты повышения финансовой устойчивости строительного предприятия // Экономический анализ: теория и практика. 2012. №30.
4. Григорьев В.В., Мазур В.О. Пути повышения финансовой устойчивости строительных компаний в современных условиях // Экономика строительства. 2018. №6 (54).

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА АВТОКЛАВНОГО ГАЗОБЕТОНА С ДОБАВКАМИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

**Бикбулатов М.Р., Синицин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Юдин А.А.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: В государственной программе «Развития строительного комплекса и архитектуры Республика Башкортостан» одной из основных целей является внедрение ресурсо- и энергосберегающих технологий, обеспечивающих снижение себестоимости строительства.

Для достижения указанных целей необходимо развивать проекты строительства домов с применением энергоэффективных, ресурсосберегающих материалов и изделий для ограждающих конструкций, объявленных приоритетным направлением науки и технологий.

К таким материалам можно отнести газобетонные изделия автоклавного твердения. Автоклавный газобетон приобретает стремительную популярность в современном строительстве – это обусловлено тем, что он сочетает в себе энергоэффективность, технологичность и достаточно высокие прочностные показатели. Согласно данным официальной статистики за 2021 г., доля автоклавного ячеистого бетона в общем объеме производства стеновых материалов составляет 53%, следовательно, газобетон – наиболее доступный энергоэффективный материал для строительства зданий [1-2].

Ключевые слова: газобетон, макроструктура газобетона, рентгенофазовый анализ газобетона, применение отходов производства, вторичные ресурсы.

Морфологический анализ микрокристаллической структуры газобетона на основе: известково-цементно-шлакового вяжущего, МПСП и кварцевого песка с карьера «Архимандритский» или перлитового песка проводились на пробах, взятых из образцов-кубов после гидротермальной обработки [3].

Микроструктура каркаса матрицы трансформируется после автоклавной обработки: появляются мелкие поры, поверхность становится более гладкой, формируется прочная структура каркаса (рисунок 1).

Прочность материала обеспечивается в результате синтеза низкоосновных гидросиликатов кальция $C_5S_6H_5$ в процессе автоклавной обработки при давлении 12,5 бар и температуре 191°C, из схватившейся известково-песчаной массы, после вспучивания [4].

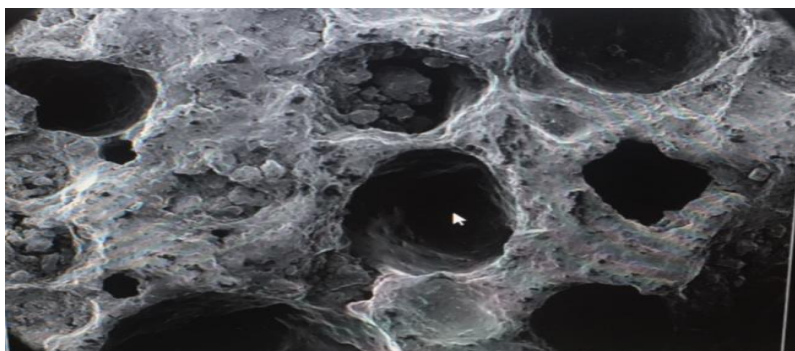


Рисунок 1 - Макроструктура газобетона контрольного образца при тридцатикратном увеличении

Анализ структуры образцов с помощью микроскопии показал типичную структуру газобетона: крупные поры с тонкими плотными перегородками.

Оптимальность макроструктуры подтверждается средней округлостью пор и характеризуется плотной гексагонально-кубической гранецентрированной упаковкой сферических газовых пор различного диаметра, разделенных минимальным непрерывным слоем цементирующей связки С-С-Н [5-6].

Согласно диаграмме формирования ячеистой пористости (рисунок 2) представлено 9 вариантов структурообразования, из которых лишь область 1 соответствует необходимым требованиям к пористой структуре.

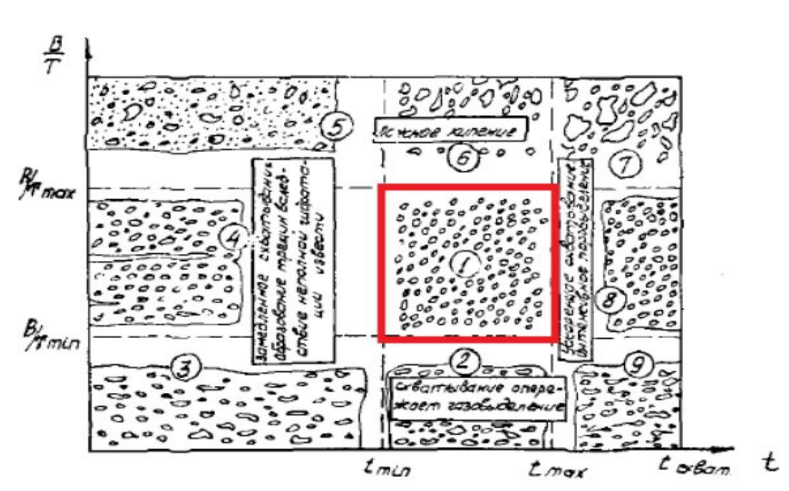


Рисунок 2 - Диаграмма структурообразования

Полученные показатели округлости пор образца подтверждают, достижение оптимальной макроструктуры, которая соответствует области 1 диаграммы.

Для определения фазового состава автоклавного газобетона, были выполнены рентгенофазовые анализы образцов газобетона контрольного состава

(рисунок 3), с добавлением молотого доменного шлака (рисунок 4), с использованием обожженных отходов содового производства (рисунок 5), газобетона с использованием отходов производства перлитового песка (рисунок 6).

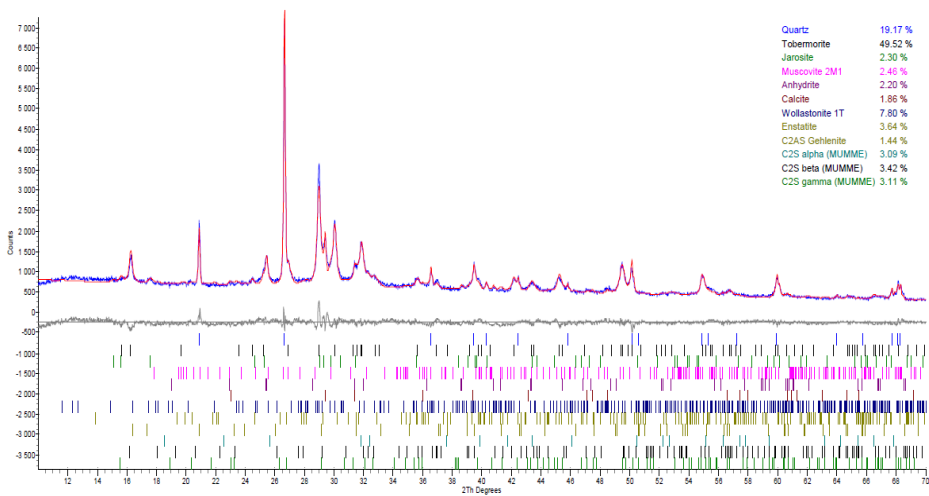


Рисунок 3 – Результаты РФА контрольного состава газобетона

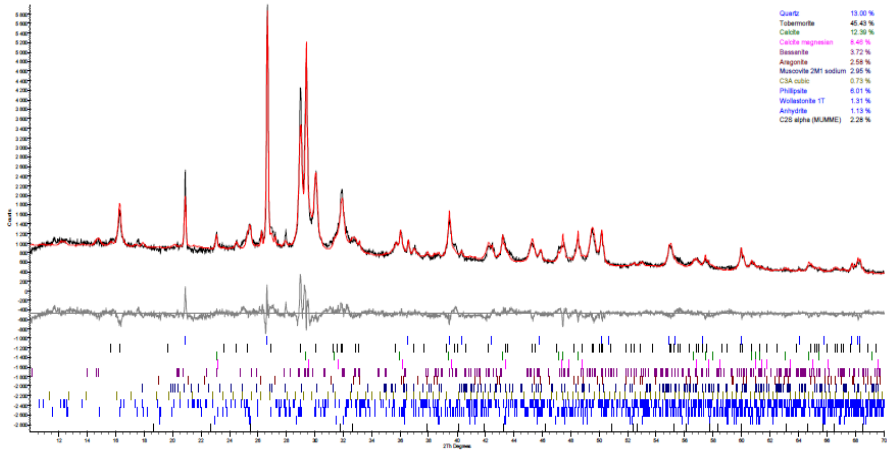


Рисунок 4 – Результаты РФА газобетона изготовленного с применением доменного шлака в количестве 50%

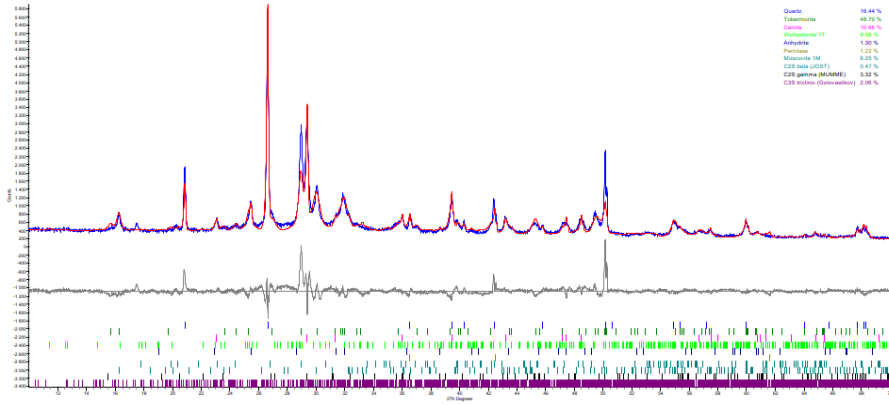


Рисунок 5 – Результаты РФА газобетона изготовленного с применением МПСП 100%

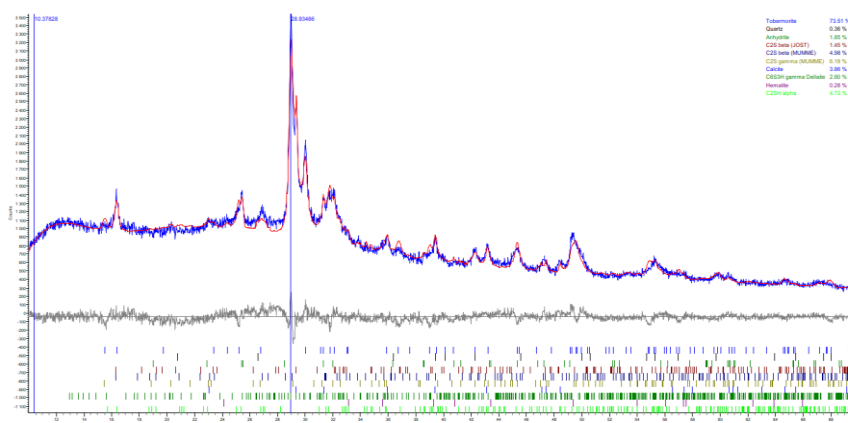


Рисунок 6 – Результаты РФА газобетона изготовленного с применением перлита 100%

Таблица 1 – сравнительный анализ фазового состава автоклавного газобетона для контрольных и экспериментальных образцов

Минералы	Контр. образец	Цемент 50 : 50 Шлак	Известь 0 : 100 МПСП	Песок 0 : 100 Перлит
Tobermorite	49,52	45,43	48,7	73,51
Quartz	19,17	13	16,44	0,36
Anhydrite	2,2	1,13	1,3	1,85
β -C ₂ S	3,42	2,28	0,47	6,43
Calcite	1,86	12,39	10,66	3,86
Wollastonite	7,8	1,31	9,58	-
Calcite magnesian	-	8,46	-	-
α -C ₂ S	3,09	2,28	-	4,72
Amorphus	neglected	neglected	neglected	48

Из результатов исследований фазового состава образцов установлено, что их структура преимущественно состоит из низкоосновных гидросиликатов кальция типа тоберморит, которые содержатся в количестве 49,52% в контрольном составе и 45,43% в экспериментальном составе на основе шлака, 48,7% - на основе обожженных отходов содового производства, 73,51% – на основе перлита.

Исследования автоклавной обработки показало, что в химическом взаимодействии с песком участвуют не только силикаты кальция, но и другие минералы. При трансформации одного гидросиликата в менее основной

происходит высвобождением связанной окиси кальция, которая связывается с кварцем, образуя дополнительное количество нового гидросиликата. В итоге увеличивается общее количество цементирующего вещества.

По результатам анализа микроструктуры образцов на основе перлита было установлено, что доля новообразований типа тоберморит увеличилось и составила 73,5%, а доля кварца уменьшилась – 0,36%, но необходимо отметить, что доля кристаллической структуры составила 52%. Для ранее исследованных образцов потенциальная доля аморфной структуры не была учтена.

Таким образом, исследования процессов структурообразования газобетона на известково-цементном, известково-цементно-шлаковом вяжущем, на вяжущем на основе обожженных отходов производства соды и цемента, с применением кварцевого песка с карьера «Архимандритский» и отходов производства перлитового песка показали возможность получения материала плотностью 500 кг/м³ с правильной макро- и микроструктурой.

Список литературы

1. Бутт Ю.М. Твердение вяжущих при повышенных температурах / Ю.М. Бутт, Л.Н. Рашкович // Москва – 1965.
2. Федин А.А. Ячеистые бетоны на основе местного и попутного сырья / А.А. Федин // Научно-технические достижения и передовой опыт в области промышленности строительных материалов. Обзорная информация. Москва, 1989.
3. Гринфельд Г.И. Производство автоклавного газобетона в России: состояние рынка и перспективы развития / Г.И. Гринфельд // Строительные материалы. – 2013. - № 2.
4. Бородянская М.В. Влияние минералогического состава сырья на физико-механические свойства автоклавных бетонов. Сб. Автоклавные бетоны и изделия на их основе / М.В. Бородянская, П.М. Зильберфарб // Л.: ВНИИСТРОМ, 1972.
5. Пудовкин А.Н. Применение отходов гипсового производства в стеновых строительных материалах / А.Н. Пудовкин, А.А. Юдин, Э.И. Ганеева, А.А. Парфенова // Вестник евразийской науки. 2021. Т. 13. № 1. С. 12.
6. Юдин А.А. Мировая практика управления строительными отходами / А.А. Юдин, М.А. Комзолов, Ю.И. Кузнецова, Е.А. Сеницина // Материалы международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы технических, естественных и гуманитарных наук», посвященной памяти профессора В.Х. Хамаева / Уфа: УГНТУ. 2024.

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ

**Миргалиев А.Н., Бикташева А.Р., канд. техн. наук, доцент, Юдина М.С.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: Создание современных зданий и проведение реконструкции эксплуатируемого фонда с учетом нормативных требований к их энергопотреблению возможно только при высоком качестве проектирования и производства, использовании современных материалов и технологий, а также своевременной и обязательной диагностике реального состояния вновь возводимых, эксплуатируемых и реконструируемых объектов. Это особенно актуально, так как исследования показывают, что сверхнормативно теряется до 40% энергии, расходуемой на отопление зданий.

Тепловизионное обследование является одним из основных направлений развития системы теплового контроля, которое обеспечивает возможность контроля теплового состояния оборудования и сооружений без вывода их из эксплуатации, выявления дефектов на ранней стадии развития, сокращение затрат на техническое обследование и выявление дефектов. Такая диагностика объективна, информативна, экономична и удобна.

Ключевые слова: методы теплового контроля, контактный метод теплового контроля, метод собственного излучения, стационарный метод активный метод теплового контроля, нестационарный метод активный метод теплового контроля

Тепловой контроль проводят в целях выявления дефектов и определения их параметров для оценки качества и соответствия контролируемых объектов требованиям нормативной технической документации.

Тепловой контроль включает: анализ конструкторской и технологической документации; определение количественных значений температуры в точках поверхности контролируемого объекта; определение дополнительных характеристик состояния поверхности и окружающей среды; качественный и количественный анализ температурных полей на исследуемой поверхности; выявление зон с аномальной температурой, обусловленной наличием дефектов в контролируемом объекте; расчет на базе произведенных измерений теплотехнических параметров объектов контроля и сопоставление их с нормативными значениями; определение параметров дефектов; оценку качества объектов контроля [1-2].

Методы теплового вида контроля основаны на взаимодействии теплового поля объекта с термометрическим чувствительным элементом, преобразовании

параметров поля в параметры электрического или другого сигнала и передаче его на регистрирующий прибор.

Первичные информативные параметры – температура или тепловой поток. Они измеряются контактными или бесконтактными способами. При бесконтактном способе передача теплоты происходит в основном за счет радиации, т.е. излучения электромагнитных волн в инфракрасной или видимой части спектра в зависимости от температуры объекта. Наиболее эффективное средство бесконтактного наблюдения, регистрации температурных полей и тепловых потоков – сканирующий термовизор [3].

По ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов» методы теплового контроля классифицируются на:

- По характеру взаимодействия физических полей с контролируемым объектом:

- тепловой контактный – метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации теплового потока, получаемого контролируемым объектом при непосредственном контакте с источником тепла;

- конвективный – метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации теплового потока, передаваемого контролируемому объекту в результате процесса конвекции;

- собственного излучения – метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации параметров собственного излучения контролируемого объекта.

- контролируемый объект – материалы, полуфабрикаты, готовые изделия.

- По первичному информативному параметру:

- термометрический – метод неразрушающего контроля, основанный на контактной или дистанционной регистрации температуры контролируемого объекта;

- теплотметрический – метод неразрушающего контроля, основанный на регистрации теплового потока, либо величин его определяющих.

Первичный информативный параметр – одна из основных характеристик физического поля или проникающего вещества, регистрируемая после взаимодействия этого поля или вещества с контролируемым объектом.

По способу получения первичной информации: пирометрический; жидких кристаллов; термокрасок; термобумаг; термолюминофоров; термозависимых параметров; оптический интерференционный; калориметрический.

Первичная информация – совокупность характеристик физического поля или проникающего вещества, регистрируемая после взаимодействия этого поля или вещества с контролируемым объектом.

Так же методы теплового контроля делятся на пассивные и активные:

- при пассивном методе теплового контроля объект не подвергают воздействию от внешнего источника энергии.

- при активном контроле объект подвергают воздействию от внешнего источника энергии.

Для объектов контроля, изготовление, строительство, монтаж, ремонт, реконструкция и (или) эксплуатация которых сопровождается выделением (поглощением) тепла в различных зонах, применяют пассивный способ теплового контроля, используемый в процессе эксплуатации технических устройств и сооружений [4].

Пассивный контроль предназначен: для контроля теплового режима объектов контроля; для обнаружения отклонений от заданной формы и геометрических размеров объектов контроля.

Пассивный метод теплового контроля проводится без теплового воздействия извне, возникновение теплового поля в объекте контроля происходит при его эксплуатации или изготовлении. При пассивном контроле может использоваться постоянно действующее, естественное тепловое возбуждение в объекте (например, стеновая панель здания, являющаяся преградой между теплым и холодным пространством). Наряду с постоянным тепловым фоном, существуют переходные тепловые процессы (например, анализ на теплопотери кровли здания, поиск участков неравномерного наложения штукатурки на стене и т.д.) [1].

Основное преимущество метода – контроль объектов без вывода из эксплуатации и без какого-либо воздействия на них.

Наиболее распространенные приборы теплового неразрушающего контроля, применяемые при пассивном методе: тепловизор, пирометр, инфракрасный термометр, измерители тепловых потоков, логгеры данных температуры.

Область применения пассивного ТНК: обнаружение утечек тепла в зданиях и сооружениях, тепловизионный контроль над состоянием кровли, ограждающих конструкций, измерение тепловых потоков в помещениях.

К пассивным методам относятся контактный метод и метод собственного излучения (бесконтактный). [3].

Контактный метод применяется для контроля температуры твердых, жидких и газообразных сред, размеров тепловыделяющих элементов объектов, дефектов типа нарушения сплошности.

Контролируемые параметры: температура, геометрические размеры и форма объектов, величина и форма дефектов.

Данный метод не может применяться при температуре объекта, превышающей допустимую температуру нагрева датчика, сложной конфигурации изделия, плохом контакте датчика с объектом.

Метод собственного излучения применяется для контроля температуры, измерения излучательной способности, размерного контроля тепловыделяющих элементов, контроля дефектов типа нарушения сплошности.

Контролируемые параметры: температура, градиенты температур, коэффициент излучения, лучистый поток, геометрические размеры и форма объектов, величина и форма дефектов.

Данный метод не может применяться при непрозрачности окружающей объект среды для теплового излучения, нестабильности коэффициента излучения во времени и пространстве, наличии подсветки объекта посторонними источниками.

Для объектов, изготовление, строительство, монтаж, ремонт, реконструкция и (или) эксплуатация которых не сопровождается выделением (поглощением) тепла, проведение теплового контроля требует дополнительной тепловой стимуляции, для чего применяют активный способ теплового контроля.

Активный контроль предназначен: для обнаружения дефектов типа нарушения сплошности в объектах контроля (трещин, пористостей, расслоений, инородных включений); для обнаружения изменений в структуре и физико-химических свойствах объектов контроля (неоднородность структуры, теплопроводность структуры, теплоемкость и коэффициент излучения).

Активный метод теплового контроля применяется когда во время эксплуатации объект контроля не перенимает тепловое излучение от внешнего источника воздействия, достаточного для проведения теплового контроля при помощи приборов: тепловизор, пирометр, инфракрасный термометр (например, изделия из современного многослойного композиционного материала, объекты искусства, настенные фрески), либо во время эксплуатации произвести температурное измерение объекта просто невозможно из-за специфичных условий применения [5].

При проведении диагностики активным методом теплового контроля производят нагрев (передачу тепловой энергии) объекта специальными внешними источниками тепла для создания тепловых потоков внутри изделия.

Наиболее распространенные приборы, применяемые при активном методе ТНК: измерители теплопроводности, тепловизор, контактный термометр.

Область применения активного теплового контроля: контроль теплопроводности строительных материалов, защитных ограждений, обнаружение пустот, промоин [6].

К активным методам относятся: стационарный метод и нестационарный метод.

Стационарный метод применяется для контроля теплофизических свойств изделий с анизотропией теплопроводности, контроля пористости, излучательной способности объектов. Контролируемые параметры: теплопроводность, теплоемкость, коэффициент излучения, излучательная способность. Данный метод не может применяться при недопустимой температуре нагрева объекта, временной и пространственной нестабильности излучения объекта [7-8].

Нестационарный метод применяется для контроля теплофизических свойств материалов с большой теплопроводностью, динамики нагрева (охлаждения) объектов, контроля дефектов типа нарушения сплошности в сотовых и композитных материалах, полимерах, контроля тепловых деформаций. Контролируемые параметры: теплопроводность, тепловая постоянная времени, размер дефектов, температурная деформация. Данный метод не может применяться при недопустимой температуре нагрева объекта, временной и пространственной нестабильности излучения объекта.

Список литературы

1. Вавилов В.П. Тепловизоры и их применения / Вавилов В.П. // М.: Интелуниверсал. 2002. – 88с.
2. Вавилов В.П. Инфракрасная термографическая диагностика в строительстве. / Вавилов В.П. // – Библиотечка электротехника, Прилож. К журн. «Энергетик». М.: НТФ «Энергопрогресс», 2003. – 76с.
3. Дроздов В.А. Термография в строительстве. / Дроздов В.А. // М.:Стройиздат, 1987. – 238 с.
4. Тепловой контроль воздушных расслоений под фресками / Вавилов В.П., Гринцато Э., Бизон П., Маринетти С. //– Дефектоскопия, 1994, № 7, с.73–83.
5. Неразрушающий контроль: Справочник: В 7 т. Под общ. ред. В.В. Клюева. Т.5: В 2 кн. Кн. 1: Тепловой контроль./В.П. Вавилов. – М.: Машиностроение, 2004. – 679 с.
6. Аш Ж. Датчики измерительных систем: В 2-х книгах Кн. 1. / Аш Ж. // Пер. с франц. – М. : Мир, 1992. – 480 с., ил.
7. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – Изд. 5-е перераб. и доп. / Кутателадзе С.С. // – М.: Атомиздат, 1979, 416 с.
8. Исаченко В.П. Теплопередача. Учебник для вузов, Изд. 3-е, перераб. и доп. / Исаченко В.П. // - М., «Энергия», 1975, 484 с.

МЕТОДИКИ ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ВЕЧНОЙ МЕРЗЛОТЫ

**Мельникова О.В., научный руководитель, Буряк Е.В., студент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург**

Аннотация: Российская Федерация – самое большое государство в мире по площади, территория составляет 17,2 млн км². Суровые климатические условия на севере и северо-востоке вызывают ряд сложностей при проектировании и строительстве зданий, поэтому необходимо совершенствовать современные подходы для оптимального решения возникающих проблем.

Ключевые слова: вечная мерзлота, многолетнемерзлый грунт, фундаменты, основания, отечественный опыт, зарубежный опыт.

Российская Федерация простирается с запада на восток свыше 10 000 км, с севера на юг – свыше 4 000 км. Большая протяженность страны создает уникальные климатические условия в каждом регионе, которые необходимо учитывать при возведении зданий и сооружений. Зона непрерывной вечной мерзлоты занимает более 60% территории и располагается преимущественно в северных широтах северо-востока страны (рисунок 1).

Грунт многолетнемерзлый или грунт вечномерзлый определяется в СП 25.13330.2020, как грунт, находящийся в мерзлом состоянии постоянно в течение трех и более лет. При возведении зданий, а также при их эксплуатации оказывается воздействие на природное залеженное состояние грунта, происходит нарушение температурного режима горных пород, протаивание вечной мерзлоты и ее повторное образование [1].

Вечная мерзлота имеет упруго-пластический характер разрушения, грунт при длительной нагрузке проявляет свойство ползучести. Для сооружений, расположенных в зоне криолитозона, возникает проблема сохранения устойчивости и жесткости конструкций.

Выбор оптимального принципа проектирования и строительства в условиях вечной мерзлоты играет значительную роль при возведении сооружений. Очень важен подбор фундамента и правильная эксплуатация, так как ошибки могут привести к разрушению сооружения.



Рисунок 1 – Распространение мерзлоты на территории РФ. Источник: <https://www.ras.ru/>

В соответствии с СП 25.13330.2020 выделяют следующие принципы использования многолетнемерзлых грунтов для возведения зданий: [1]

- I принцип - в основании зданий и сооружений вечномёрзлые грунты сохраняются в период строительства и эксплуатации;
- II принцип - вечная мерзлота грунтов не сохраняется, грунты предварительно оттаивают до расчетной глубины (рисунок 2, а), либо оттаивают в процессе эксплуатации (рисунок 2, б).

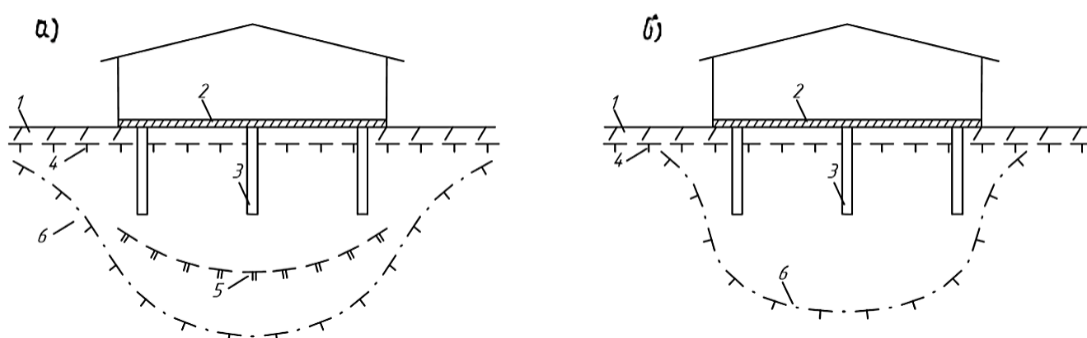


Рисунок 2 – Использование грунтов в качестве основания по II принципу:
 1 – верхняя граница слоя вечномёрзлого грунта; 2 – теплоизоляция; 3 – сваи; 4 – вечномёрзлый грунт в естественных условиях; 5 – вечномёрзлый грунт после предварительного оттаивания; 6 – вечномёрзлый грунт, сформировавшийся в процессе эксплуатации. Источник: автор

I принцип применим, когда грунт содержит значительное количество льда. Принимаются следующие мероприятия для сохранения мерзлого состояния грунтов:

- возведение зданий на подсыпках (рисунок 3, а);
- теплоизоляция пола (рисунок 3, б);
- устройство вентилируемых подполий (рисунок 3, в);

- обустройство неотапливаемых помещений 1 этажа (рисунок 3, г);
- подсыпки с трубами воздушного охлаждения (рисунок 3, д);
- промораживающие колонки (рисунок 3, е) [2,3].

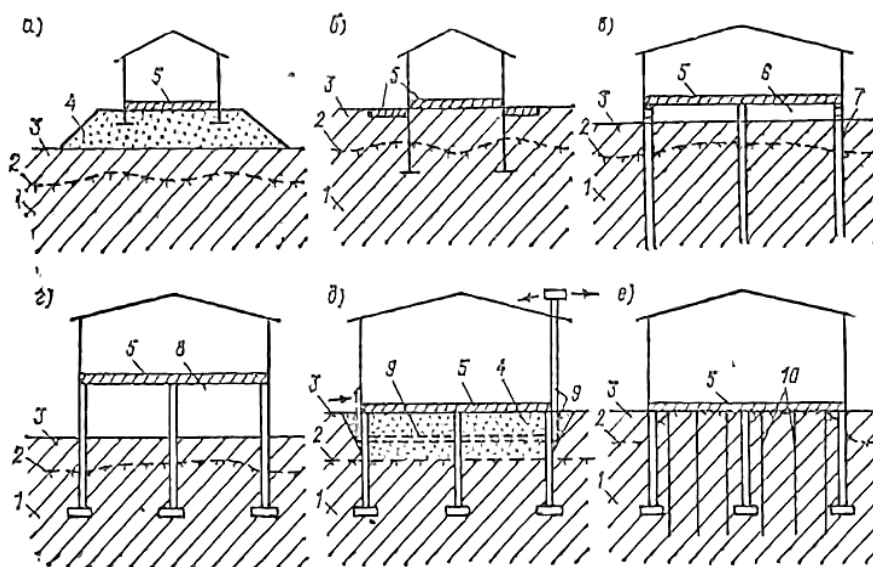


Рисунок 3 – Мероприятия для сохранения мерзлого состояния грунтов по I принципу:

1 – вечномерзлый грунт; 2 – верхняя граница слоя вечномерзлого грунта; 3 – деятельный слой; 4 – насыпной непучинистый грунт; 5 — теплоизоляция; 6 – вентилируемое подполье; 7 – сваи; 8 – неотапливаемый 1-й этаж; 9 – вентиляционные каналы; 10 – замораживающие колонки. Источник: [3]

II принцип применим, когда прогнозирована деградация вечной мерзлоты. Стоит отметить, что в данном случае, появляется риск осадки грунта на значения намного выше принятых при расчетах.

При строительстве на вечномерзлом грунте, как правило, используется один из принципов возведения зданий, который сможет в достаточной мере обеспечить надежность конструкций.

Согласно СП 496.1325800.2020 при использовании I принципа использования многолетнемерзлых грунтов для возведения зданий применяют свайные, ленточные, столбчатые и плитные фундаменты. При этом состояние грунта сохраняется с помощью специальных охлаждающих устройств, которые обеспечивают отвод тепла и поддерживают стабильную температуру [4].

При использовании грунта вечномерзлого в качестве основания по II принципу применяют монолитные и сборные ленточные железобетонные фундаменты, железобетонные плиты, а также столбчатые фундаменты или сваи [4].

В своде правил также делается акцент на устройстве теплоизолирующих подсыпок и экранов, увеличении прочности и пространственной жесткости здания, усилении цокольно-фундаментной части.

Опыт зарубежного строительства показывает, что при возведении зданий и сооружений применяются схожие технологии, как и в Российской Федерации.

В Северной Канаде выделяют основные принципы возведения зданий на вечномёрзлом грунте: насыпные основания, винтовые домкраты, пространственный каркасный фундамент, свайный фундамент [5].

В штате Аляска, США, исследовательский центр жилищного строительства в холодном климате дает рекомендации по применению типов фундаментов: свайный, столбчато-балочный, плитный, пространственный каркасный фундамент [6].

Также исследовательский центр предлагает экспериментальные фундаменты:

- пенопластовый: состоит из легких стальных балок перекрытия, которые удерживаются над землей распорками из экструдированного пенополистирола [7]; показывает хорошую энергоэффективность, стоит вопрос долговечности конструкции (рисунок 4, а);

- подвижный или скользящий фундамент: способ организации основания позволяет буксировать сооружение на другую местность, фундамент полезен в районах с особенно нестабильной вечной мерзлотой (рисунок 4, б) [7].

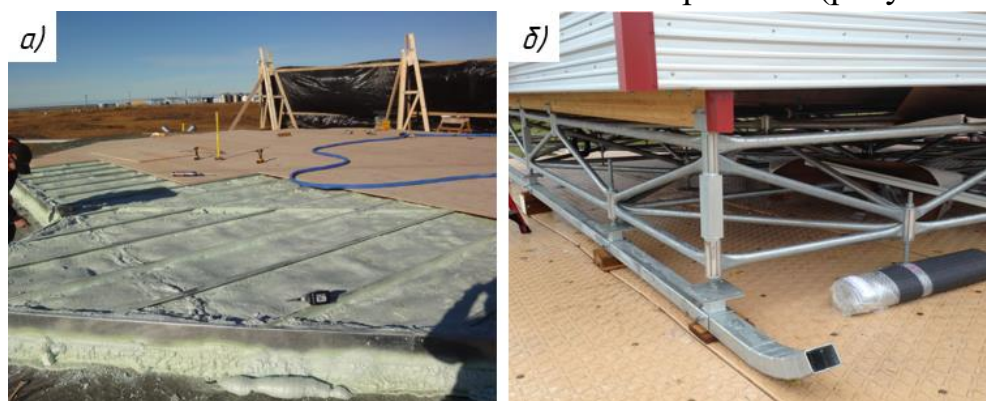


Рисунок 4 – Принципы проектирования фундаментов в Аляске.

Источник: <https://cchrc.org/>

Вечная мерзлота – фактор, оказывающий значительное влияние на процесс возведения зданий и их последующую эксплуатацию. В России регулирование строительства в условиях вечной мерзлоты осуществляется СП 25.13330.2020. В зарубежных странах используются схожие типы фундаментов, применяемых для мерзлых грунтов, а также разработаны экспериментальные фундаменты, которые можно изучить на возможность применения в наших климатических условиях.

Список литературы

1. СП 25.13330.2020 «СНиП 2.02.04-88 Основания и фундаменты на вечномерзлых грунтах» (утв. и введен в действие Приказом Минстроя и ЖКХ России от 30.12.2020 N 915/пр) // Министерство Строительства Российской Федерации.

2. Механика грунтов, основания и фундаменты : учебник для вузов / С. Б. Ухов, В. В. Семенов, В. В. Знаменский [и др.] ; под редакцией С. Б. Ухова. – Москва : Издательство АСВ, 1994. – 527 с.

3. Охлопкова Т.В., Гурьянов Г.Р., Плотников А.А. Строительство и проектирование зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты // ИВД. 2018. №4 (51).

4. СП 496.1325800.2020 «Основания и фундаменты зданий и сооружений на многолетнемерзлых грунтах. Правила производства работ» (утв. и введен в действие Приказом Минстроя и ЖКХ России от 21.12.2020 N 821/пр) // Министерство Строительства Российской Федерации.

5. Dourado, J.B.d.O.L.; Deng, L.; Chen, Y.; Chui, Y.-H. Foundations in Permafrost of Northern Canada: Review of Geotechnical Considerations in Current Practice and Design Examples. Geotechnics 2024, 4, С. 285-308 – URL: <https://doi.org/10.3390/geotechnics4010015>.

6. Guide for Foundations on Changing Permafrost. 2023 // Cold Climate Housing Research Center – URL: <https://cchrc.org/media/PermafrostGuidebookFinal.pdf>.

7. Проблема строительства зданий и сооружений в условиях вечной мерзлоты: анализ зарубежного опыта / Мельникова О. В., Буряк Е. В. // Потенциал интеллектуально одаренной молодежи – развитию науки и образования [Электронный ресурс] : материалы XIII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников (28–31 мая 2024 г.) – Астрахань, 2024.

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ BLENDER И КОМПАС-3D ПРИ СОЗДАНИИ 3D-МОДЕЛЕЙ

**Ваншина Е.А., кандидат педагогических наук, доцент, Ваншин В.В.,
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, Шаршнев К.В.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация. В статье приводится сравнение работы двух программ при 3D-моделировании: Blender и Компас-3D. Рассматриваются особенности этих программ, их преимущества и недостатки. Описаны трудности, возникающие при выполнении заданий с помощью этих программ, даны рекомендации по выбору программы в зависимости от поставленных задач.

Ключевые слова: Blender, Компас-3D, 3D-моделирование, инженерное проектирование, визуализация.

Создание деталей – это сложный процесс, требующий не только технических знаний, но и правильного выбора инструментов. В работе авторами была осуществлена попытка повторить и усовершенствовать робота Андроид MiniPlan, разработанного автором ShinWei Chiou, производителем из Тайваня; робот распространяется со свободной лицензией, что позволяет его копировать, а также изменять его форму [1], в двух популярных программах для 3D-моделирования: Blender и Компас-3D. Каждая из этих программ имеет свои особенности, было решено на практике сравнить возможности программ для того, чтобы выяснить, какая из них более подходит для решения подобных задач. В работе приведен опыт, трудности, с которыми столкнулись авторы, и результаты, которые удалось достичь.

Работа с Blender: Blender стал для авторов основным инструментом для создания 3D-моделей, особенно когда речь шла о взаимодействии робота с окружающим миром. Но несмотря на мощный функционал, возникли некоторые трудности. Освоение интерфейса: первое, что было замечено, - это сложность интерфейса. Blender имеет множество панелей, меню и горячих клавиш, которые поначалу могут сбивать с толку. Например, сложно понять, как правильно настроить камеру для рендеринга сцены [2]. Однако, благодаря обширной базе обучающих материалов на YouTube и форумах, удалось разобраться с основными инструментами. Процесс 3D-моделирования представлен на рисунке 1.

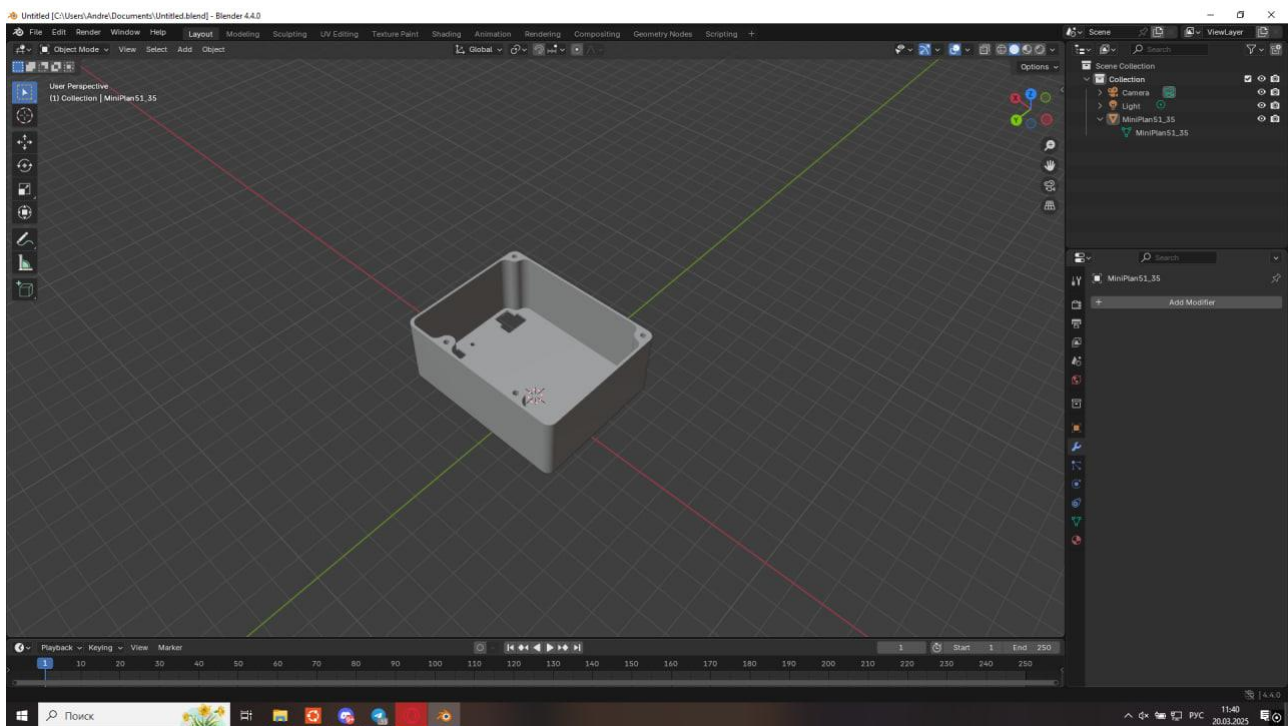


Рисунок 1 – Процесс 3D-моделирования в системе Blender

Однако при работе с большим количеством полигонов можно отметить торможение программы на устройстве средней мощности, что вынудило оптимизировать модели, уменьшая количество полигонов без потери качества.

Работа с Компас-3D: Программа оказалась более специализированной и ориентированной на инженерные задачи, что повлияло на опыт работы с ней. Интерфейс и простота использования: интерфейс Компас-3D интуитивный, особенно для задач, связанных с черчением и проектированием. Создание 2D-чертежей из 3D-моделей происходит практически автоматически, что значительно экономит время. Но при попытке создать сложные органические формы, авторы столкнулись с ограничениями. Компас-3D больше ориентирован на механические детали и точные расчеты, поэтому создание, например, изогнутых поверхностей или сложных форм требует больших усилий. Процесс проектирования модели представлен на рисунках 2 и 3.

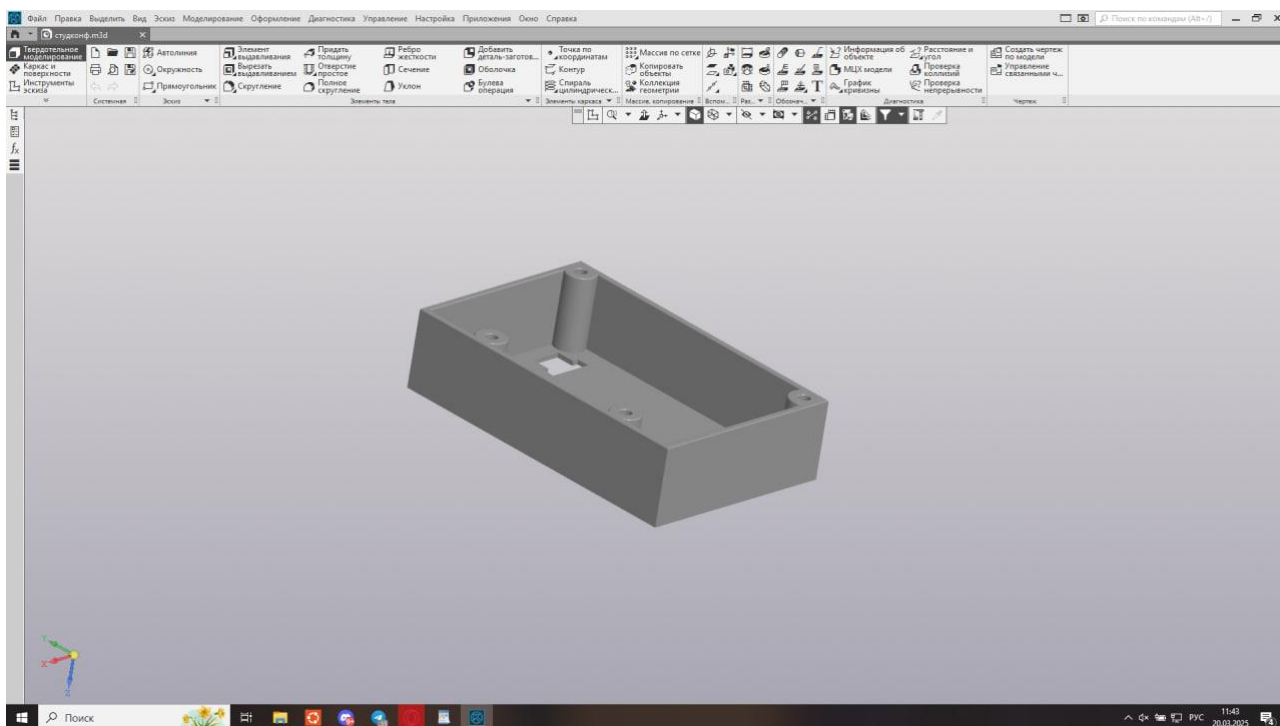


Рисунок 2 – Процесс 3D-моделирования в системе Компас-3D

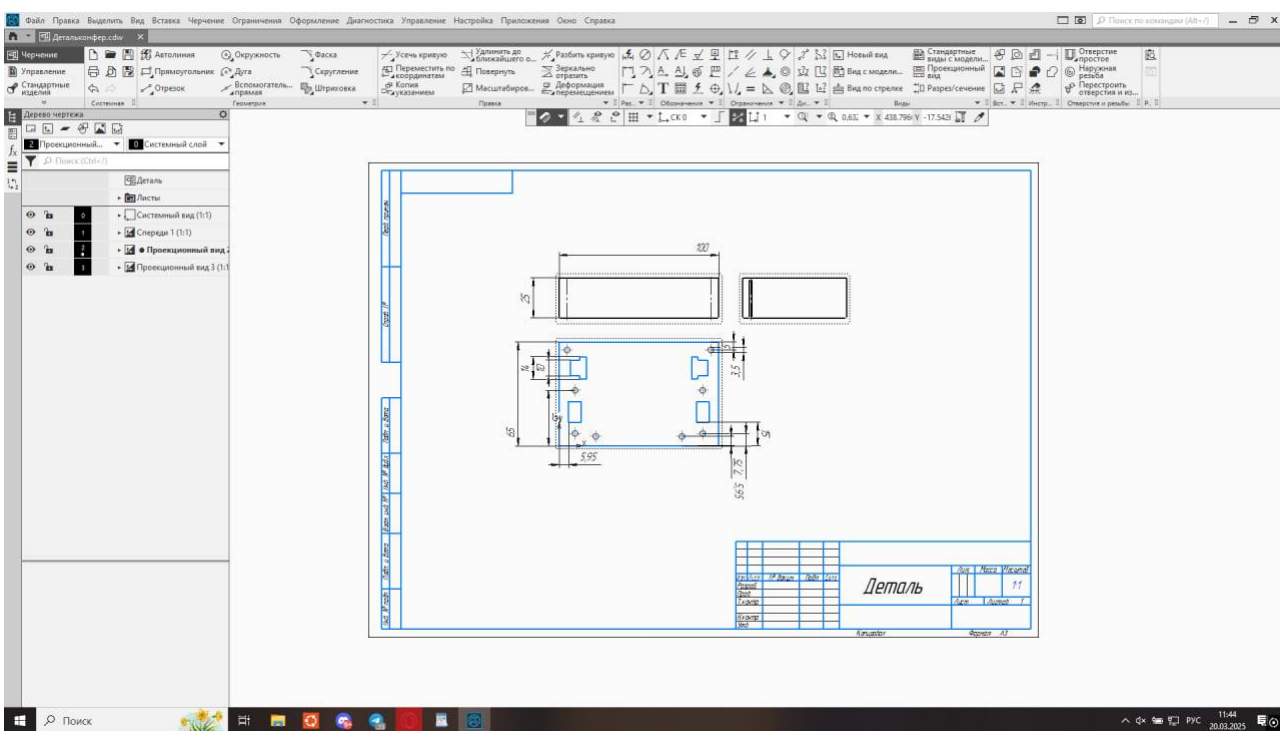


Рисунок 3 – Процесс моделирования в системе Компас-3D

Одним из главных преимуществ Компас-3D является параметрическое моделирование. Это позволяет легко изменять размеры и параметры деталей, что особенно полезно при работе над проектами, где требуется точность. При создании модели механической детали есть возможность быстро изменить её

размеры без необходимости переделывать всю модель, что значительно ускоряет процесс. Но необходимо отметить, что при работе с большими сборками программа тормозит, особенно если в проекте большое количество деталей. Например, при создании сборки из нескольких десятков деталей, авторы столкнулись с замедлением работы программы, что затрудняло процесс проектирования. Одна из главных проблем – отсутствие инструментов для анимации и визуализации. В Компас-3D это оказалось невозможным. Пришлось использовать сторонние программы для создания анимации, что усложнило процесс. Совместимость с другими программами: авторы также столкнулись с трудностями при импорте и экспорте файлов. При попытке импортировать модель из Blender в Компас-3D некоторые детали теряются или искажается геометрия [3, 4].

На основе полученного опыта работы с программами Blender и Компас-3D при 3D-моделировании можно сделать вывод. При сравнении программного обеспечения Blender и Компас-3D важно учитывать их уникальные особенности, так как каждое из этих решений предназначено для различных задач в области 3D-дизайна и инженерного проектирования. Blender, являясь бесплатным программным обеспечением с открытым исходным кодом, предоставляет мощные инструменты для создания 3D-графики, анимации и визуализации, что делает его идеальным выбором для художников, аниматоров и дизайнеров, стремящихся к созданию сложных визуальных эффектов и творческих проектов. В то же время Компас-3D ориентирован на инженерное проектирование и черчение, предлагая пользователям инструменты для создания точных технических чертежей и спецификаций. Это программное обеспечение идеально подходит для инженеров и проектировщиков, работающих в таких областях, как машиностроение и архитектура, где необходима точность и соответствие промышленным стандартам. Несмотря на то, что Компас-3D требует лицензии, его интуитивно понятный интерфейс и интеграция с другими CAD-системами делают его удобным инструментом для профессионалов. В итоге выбор между программами Blender и Компас-3D зависит от специфических задач: если стоит цель создания визуально привлекательного контента и анимации, для этих задач подходит Blender; если же на инженерных аспектах проектирования с акцентом на точность и функциональность, Компас-3D станет надежным помощником.

Список литературы

1. The MiniPlan v5.0 Iron Man Style and Assembly Instruction. — Текст: электронный // MakerBot: [сайт]. — URL: <https://www.thingiverse.com/thing:1040994> (дата обращения: 10.03.2025).

2. Уроки по Blender: основы моделирования. — Текст: электронный // [сайт]. — URL: <https://skillbox.ru/media/gamedev/uroki-po-blender-3d-osnovy-modelirovaniya/>

3. Азбука КОМПАС-3D [Электронный ресурс] // URL: https://kompas.ru/source/info_materials/2018/Azbuka-KOMPAS-3D.pdf

4. Шаршнев, К. В. Робототехнический конструктор на базе робота Андроида Miniplan / К. В. Шаршнев, А. С. Гончаров // Юный ученый. — 2022. — № 9 (61). — С. 19-24. — URL: <https://moluch.ru/young/archive/61/3225/> (дата обращения: 19.03.2025).

ПРИМЕНЕНИЕ АКТИВНЫХ МЕТОДОВ ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ ДИСЦИПЛИНЫ "ОСНОВЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЙ"

Гаврилов А.А., канд.техн. наук ,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: В статье рассматривается опыт внедрения активных методов обучения (кейс-стади, ролевая игра, проектная деятельность) в учебный процесс по дисциплине «Основы технической эксплуатации зданий». Обосновывается необходимость применения данных методов для формирования профессиональных компетенций будущих инженеров. Приводится описание сквозного практического задания, имитирующего реальный процесс обследования здания, оценки его технического состояния и разработки мероприятий по устранению дефектов. Анализируются результаты внедрения методики, показывающие повышение мотивации студентов и уровня усвоения материала.

Ключевые слова: активные методы обучения, техническая эксплуатация зданий, инженерное образование, профессиональные компетенции, кейс-стади, проектная деятельность, техническое обследование, физический износ

Современные требования ФГОС и профессиональных стандартов к подготовке инженерно-технических кадров направлены на формирование практических умений и навыков. Выпускник должен быть готов к решению реальных профессиональных задач, что трудно достичь традиционными лекционно-семинарскими методами [1, 2]. Дисциплина «Основы технической эксплуатации зданий» носит ярко выраженный прикладной характер, что делает ее идеальным полигоном для внедрения активных и практико-ориентированных образовательных технологий.

Поэтому была разработана и внедрена методика, основанная на синтезе нескольких активных методов обучения:

Проектная деятельность: студенты выполняют сквозной проект – от получения технического задания до защиты своего решения.

Кейс-стади (Case-study): в основе проекта лежит реальный или максимально приближенный к реальности объект (конкретное здание с его конструктивными особенностями и дефектами) [3].

Ролевая игра: студенты делятся на малые группы (3-4 человека), где каждый исполняет роль в «экспертной организации» (руководитель проекта, техник-диагност, экономист-сметчик и др.).

Проблемное обучение: задание сформулировано как практическая проблема, не имеющая единственно верного решения, что требует от студентов анализа и творческого подхода [4].

В качестве основной предложена тема проекта: «Обследование технического состояния здания, оценка физического износа и разработка рекомендаций по устранению дефектов».

Работа содержит следующие этапы:

Подготовительный этап включает в себя формирование групп, выдача «Технического задания» (паспорта объекта с исходными данными: год постройки, конструктивные схемы, фотофиксация дефектов).

Аналитический этап:

- Проведение визуального и инструментального обследования (на примере учебного корпуса или предоставленных материалов).
- Идентификация и классификация выявленных дефектов (трещины, деформации, протечки, биопоражения и т.д.).
- Расчет физического износа здания в целом и отдельных его конструктивных элементов по утвержденным методикам (ВСН 53-86(р) или др.).

Проектный этап:

- Разработка предложений по устранению каждого выявленного дефекта (технология ремонта).
- Составление структуры ремонтно-восстановительных работ.

Заключительный этап (защита проекта):

- Оформление отчета по установленной форме (аналог реального технического заключения).
- Публичная презентация результатов перед группой и «заказчиком» (в роли которого выступает преподаватель и приглашенные эксперты).

Внедрение подобной методики, несомненно, приводит к положительным результатам, среди которых можно отметить основные: повышение академической успеваемости, формирование профессиональных компетенций, рост мотивации, обратная связь от студентов.

Внедрение предварительного варианта методики производилось в 2023-2024 года, что позволило не только достигнуть озвученных результатов, но и скорректировать некоторые аспекты методики для повышения результатов.

Таким образом, применение комплекса активных методов обучения в рамках дисциплины «Основы технической эксплуатации зданий» доказало свою высокую эффективность. Предложенная методика позволяет смоделировать

ключевые элементы профессиональной деятельности инженера по эксплуатации зданий, обеспечить не пассивное получение знаний, а активное их применение в условиях, максимально приближенных к реальным, комплексно формировать как предметных (специальных), так и надпредметных (soft skills) компетенций.

Данный подход может быть рекомендован к внедрению в учебный процесс по другим инженерным дисциплинам строительного и жилищно-коммунального профиля.

Список литературы

1. Лелеш, Н.В. Активные методы обучения в техническом вузе / Н.В. Лелеш // В сборнике: Профессиональное развитие педагога. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. Печатается по решению редакционно-издательского совета ИГУ. 2015. С. 320-326.
2. Пояркова, Е.В. К вопросу формирования цифровых компетенций обучающихся по инженерно-техническим направлениям подготовки / Е.В. Пояркова, А.А. Гаврилов, Е.В. Дырдина, О.А. Фролова // В сборнике: Социально-гуманитарные инновации: стратегии фундаментальных и прикладных научных исследований. Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). Оренбург, 2021. С. 450-456.
3. Ликсина, Е.В. Case-study как метод активного обучения / Е.В. Ликсина // Aktuální Pedagogika. 2017. № 3. С. 38-44.
4. Саидов, З.А. Активное обучение и методы проблемного обучения в высшем образовании / З.А. Саидов // Научное обозрение. Серия 2: Гуманитарные науки. 2023. № 4. С. 41-52.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗДАНИЯ

Гаврилов А.А., канд. техн. наук,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: В работе рассматривается актуальная проблема повышения эффективности управления на этапе эксплуатации зданий, который является наиболее затратным в жизненном цикле объекта. Анализируется потенциал технологии информационного моделирования в качестве ключевого инструмента для перехода от разрозненных данных к централизованной управленческой платформе. Определяются ключевые направления применения технологии информационного моделирования для эксплуатации, включая управление техническим обслуживанием, активами, пространствами и энергоэффективностью. Проведен качественный анализ преимуществ внедрения, таких как снижение операционных затрат и экономия времени, а также систематизированы основные барьеры (высокие первоначальные инвестиции, кадровый вопрос).

Ключевые слова: информационное моделирование зданий, ТИМ, эксплуатация зданий, жизненный цикл здания, управление техническим обслуживанием и ремонтами, эксплуатационные расходы

Этап эксплуатации является наиболее продолжительным и затратным этапом в жизненном цикле здания, достигая 60-80% от общих затрат. Традиционные методы управления эксплуатацией, основанные на бумажной документации и разрозненных электронных файлах (2D-чертежи, спецификации в Excel, бумажные паспорта оборудования), характеризуются рядом системных проблем:

- низкая скорость доступа к информации: поиск необходимых данных о конкретном элементе (например, схеме прокладки трубопровода, сертификате на материал или гарантийном талоне оборудования) занимает значительное время;
- риск ошибок и потери данных: неактуальность документации, человеческий фактор при ручном вводе данных приводят к некорректным решениям и увеличению сроков ремонтов;
- неэффективное планирование: отсутствие единой платформы затрудняет планирование профилактического обслуживания, управление пространствами и анализ энергопотребления;

- высокие операционные расходы: все вышеперечисленное в совокупности приводит к росту затрат на содержание объекта.

Технология информационного моделирования (ТИМ), изначально получившая распространение в проектировании и строительстве, предлагает большие возможности и для этапа эксплуатации, трансформируя разрозненные данные в централизованную и структурированную информационную среду [1].

Целью работы было обоснование экономической и операционной эффективности применения ТИМ для управления объектом на этапе эксплуатации и выявление ключевых направлений внедрения.

Далее рассмотрены ключевые направления применения BIM в эксплуатации.

1) Управление техническим обслуживанием и ремонтами (ТОиР):

- планово-предупредительное обслуживание (ППО) – система автоматически формирует задачи и оповещения на основе данных, заложенных в модели (срок службы фильтров, периодичность обслуживания лифтов, промывка систем);

- текущее оперативное обслуживание – при поступлении заявки о неисправности оператор быстро локализует объект на модели, просматривает его историю, паспорта и схемы, что ускоряет диагностику и ремонт;

- управление заявками – заявки привязываются к конкретным элементам модели, что создает полную историю эксплуатации каждого актива;

2) Управление активами

ТИМ-модель выступает в качестве точного и наглядного реестра активов всего здания. Это позволяет:

- оптимизировать процесс закупки запчастей;
- управлять гарантийными сроками;
- планировать заблаговременную замену оборудования до его выхода из строя;

- проводить точную оценку стоимости активов.

3) Управление пространствами здания:

- легко моделировать и визуализировать варианты перепланировки офисных помещений;

- автоматический расчет арендных площадей, отслеживание коэффициента эффективности использования помещений (ТИМ избавляет от ручного обмера);

- модель используется для планирования маршрутов эвакуации и размещения средств противопожарной защиты.

4) Повышение энергоэффективности:

- интеграция BIM с системами диспетчеризации и датчиками позволяет в реальном времени визуализировать данные об энергопотреблении (тепло, электричество, вода) непосредственно на 3D-модели;

- проведение энергетического анализа для выявления «узких» мест и тестирования сценариев по энергосбережению.

5) Управление документацией: все документы (проектные, рабочие, исполнительные, сертификаты, инструкции) гиперссылками привязаны к конкретным объектам модели. Это обеспечивает мгновенный доступ к актуальной версии любого документа.

На основании обзора научных статей и опыта использования ТИМ в эксплуатации был произведен качественный анализ преимуществ внедрения [2]. Внедрение ТИМ на этапе эксплуатации приводит к следующим положительным эффектам:

- сокращение затрат до 15-25% за счет оптимизации ТОиР, снижения энергопотребления и предотвращения критических поломок;

- экономия времени до 30-50% времени на поиск информации и принятие решений;

- повышение надежности и снижение количества отказов оборудования за счет своевременного ППО;

- увеличивается прозрачность, управляемость и, как следствие, стоимость объекта недвижимости;

- улучшение координации служб, так как все службы работают с единой и актуальной базой данных.

Но, несмотря на преимущества, внедрение ТИМ сталкивается с серьезными препятствиями [3], среди которых можно выделить следующие:

- высокие первоначальные инвестиции, включающие затраты на ПО, оборудование, обучение персонала и оцифровку существующих активов;

- нехватка специалистов, обладающих одновременно компетенциями в области эксплуатации и работы с ТИМ;

- сложность обмена данными между различными программными платформами, используемыми проектировщиками, подрядчиками и эксплуатантами;

- нежелание персонала менять устоявшиеся процессы и осваивать новые инструменты.

Заключение и выводы:

1) ТИМ является не просто инструментом визуализации, а мощной управленческой платформой, способной кардинально повысить эффективность эксплуатации зданий.

2) Основная ценность заключается в трансформации разрозненных данных в структурированную, доступную и взаимосвязанную информационную среду.

3) Ключевые направления применения охватывают весь спектр задач эксплуатации зданий: от управления ремонтами и активами до оптимизации энергопотребления.

4) Несмотря на наличие барьеров (стоимостных, кадровых, нормативных), долгосрочная экономическая выгода от внедрения многократно перекрывает первоначальные издержки.

5) Дальнейшее развитие направления связано с интеграцией ТИМ с технологиями интернета вещей, искусственного интеллекта для прогнозного обслуживания и развития концепции полноценного «цифрового двойника», способного к реальному времени отражать состояние объекта.

Перспективы дальнейших исследований видятся в разработке отечественных стандартов классификации данных для эксплуатации, создании типовых регламентов передачи моделей и количественной оценке эффективности внедрения на основе анализа больших данных с множества объектов.

Список литературы

1. Шеина С.Г. Нормативное регулирование и опыт внедрения BIM на различных этапах жизненного цикла объекта строительства в России / Шеина С.Г., Шуйков С.Л. // Современные тенденции в строительстве, градостроительстве и планировке территорий. 2023;2(1): С.4-11

2. Федотова А. С. На стадии эксплуатации // E-Scio. 2020. №12 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-na-stadii-ekspluatatsii>

3. Макаров Н. В. Применение технологий BIM в управлении строительными проектами: преимущества и вызовы // JOURNAL OF MONETARY ECONOMICS AND MANAGEMENT. 2024. №. 9. С. 319-323.

РАЗРАБОТКА ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ. ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Гарипов В. С., канд. техн. наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация: В статье приводится информация о разработке одного из основных видов организационно-технологической документации в строительстве – проекта производства работ. Разработанная и приведенная в статье классификация проектов производства работ является первым шагом по созданию типовых проектов для строительства различных зданий и сооружений, включая опасные производственные объекты. Типовые проекты производства работ необходимы для значительного сокращения сроков и стоимости их разработки.

Ключевые слова: строительство, технология строительства, проект производства работ, опасный производственный объект, организационно-технологическая документация.

Согласно градостроительному кодексу РФ [1] и СП 48.13330.2019 [2], строительные организации обязаны перед началом любого строительства на территории города разработать проект производства работ (далее - ППР), являющимся одним из основных видов организационно-технологической документации. Кроме этого, ППР является одним из документов, входящих в состав исполнительной документации, которая в обязательном порядке передается Заказчику по окончании строительства.

На сегодняшний день в организациях, относящихся к опасным производственным объектам (далее - ОПО) существуют методические указания (МУ) по составу ППР на строительство, ремонт, реконструкцию и т.д., а также план их разработки и согласования. Однако в гражданском строительстве подобные МУ приведены в (СП 48.13330.2019 [2], МДС 12-46.2008 [3], МДС 12-81.2007 [4], МДС 12-29.2006 [5]), не в полной мере отражают состав ППР, способы его разработки, а тем более отсутствует так называемый типовой ППР на строительство различных зданий и сооружений непроизводственного и производственного назначения. В связи с этим, необходимо для различных типовых зданий и сооружений непроизводственного и производственного назначения разработать единый, массового применения, состав типового ППР. Для разработки таких типовых ППР необходимо провести их классификацию, с целью определения направления работы в дальнейшем по созданию МУ по составу, содержанию и способу разработки.

На основе классификации, в дальнейшем, предлагается составить программу разработки ППР.

Все ППР разделены на две большие группы:

- ППР для объектов гражданского хозяйства;
- ППР для промышленных объектов.

Отдельно выделили так называемые «Специальные виды ППР», которые применяются при строительстве или ремонте на опасных производственных объектах (ОПО) и не только:

- ППРз – проект производства земляных работ (разрабатывается согласно СП 45.13330.2017 [6] и других нормативно-технических документов (НТД), требований Проекта, Заказчика);

- ППРв – при работах на высоте (разрабатывается согласно Приказу Минтруда России от 16.11.2020 №782н [7] и других НТД, требований Проекта, Заказчика);

- ППРк – проект производства работ краном (разрабатывается согласно федеральных норм и правил в области промышленной безопасности утвержденных приказом Ростехнадзора от 26.11.2020 №461 [8] и других НТД, требований Проекта, Заказчика);

- и др. (например, при работе в замкнутых пространствах, при проведении погрузочно-разгрузочных работ и т.д.).

- ППР на выполнение ремонтных работ.

В зависимости от классификации, указанной на рисунке 1, состав, содержание и требование к ППР будет различным. Например, специальные виды ППР разрабатываются на основе НТД и местных условий, а также наличии имеющегося парка строительных машин.

Для достижения основной задачи - разработать единый, массового применения, состав типового ППР для различных типовых зданий и сооружений непроизводственного и производственного назначения и понимая общую классификацию ППР, необходимо подробно провести классификацию ППР для объектов гражданского хозяйства (сведена в рисунок 1).

По результатам анализа вышеприведенных нормативных документов (градостроительный кодекс, СП, МДС, приказы) подробно рассмотрена классификация ППР для объектов гражданского хозяйства с целью дальнейшей разработки единого, массового применения, состав типового ППР для различных типовых зданий и сооружений непроизводственного назначения.

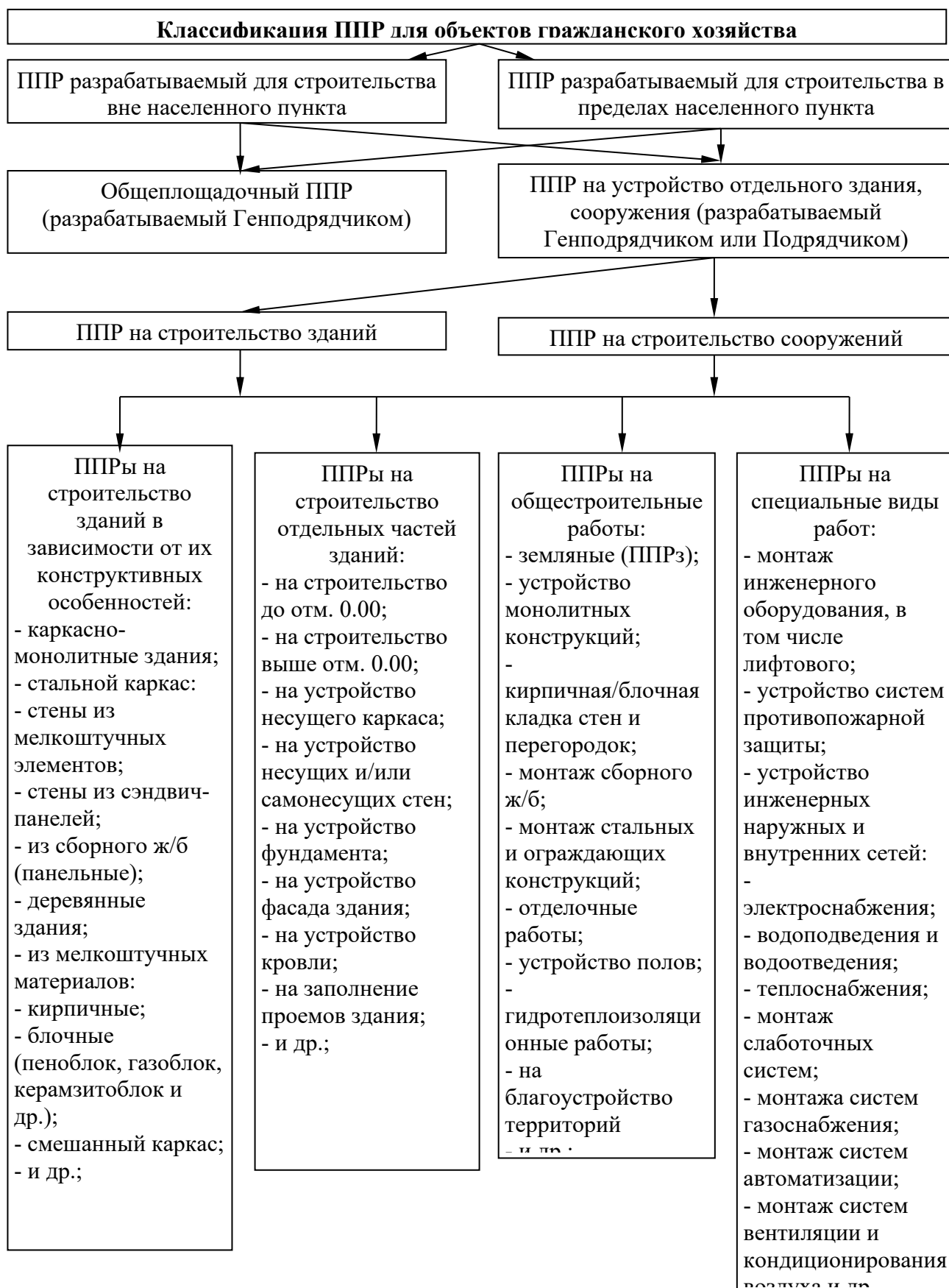


Рисунок 1 - Классификация ППР для объектов гражданского хозяйства

Список литературы

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации (с изменениями на 13 июня 2023 года) Кодекс РФ от 29.12.2004 N 190-ФЗ. Принят Государственной Думой 22 декабря 2004 года Одобрен Советом Федерации 24 декабря 2004 года.
2. СП 48.13330.2019. Свод правил. Организация строительства. СНиП 12-01-2004. Утвержден и введен в действие Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 24 декабря 2019 г. N 861/пр.
3. МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ. Москва 2009.
4. МДС 12-81.2007. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства и проекта производства работ. Москва 2007.
5. МДС 12-29.2006. Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карте. Москва 2007.
6. СП 45.13330.2017. СП 45.13330.2017. Свод правил. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. Утвержден Приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 27 февраля 2017 г. N 125/пр.
7. Приказ Минтруда России от 16 ноября 2020 г. N 782н об утверждении правил по охране труда при работе на высоте. Утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 28 марта 2014 г. № 155н.
8. Приказ Ростехнадзора от 26.11.2020 №461 об утверждении федеральных норм и правил в области промышленной безопасности. Правила безопасности опасных производственных объектов, на которых используются подъемные сооружения. Утвержден постановлением Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. N 401.

МЕТОДИКА СИСТЕМАТИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ФАКТОРОВ ПРЯМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТКЛОНЕНИЙ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Гильмутдинова Л.Ф., Глазачев А.О., канд. техн. наук, доцент, Кашаева
Э.И.,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: В мегаполисах ежегодно возрастает объем строительства зданий и сооружений, основным элементом которых являются несущие монолитные железобетонные конструкции. В соответствии с Федеральным законом № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений», лицо, осуществляющее строительство, а также застройщик (заказчик) обязаны выполнять оценку соответствия построенного или реконструированного здания и сооружения проектной документации, а также требованиям ФЗ. Застройщик (технический заказчик) несет ответственность за своевременную подготовку к эксплуатации законченных строительством зданий и сооружений, а также за проведение комплексного опробования оборудования, за пуско-наладку оборудования и систем, ввод в эксплуатацию объектов в установленные сроки. Ответственность за выполненные строительные работы возрастает за счет предоставления гарантийных обязательств на протяжении всей эксплуатации объекта со стороны всех ответственных лиц, участвующих в строительстве – данное условие регламентируется не только нормативно-правовыми актами, но и заключаемыми договорами. В результате ответственность является не только административной, но и уголовной.

Ключевые слова: отклонение конструкций, систематизации параметров прямого воздействия отклонений конструкций

Факторы прямого воздействия необходимо рассмотреть и проанализировать в первую очередь, так как они непосредственно оказывают влияние на само качество выполненных строительных конструкций. Параметры, относящиеся к данным факторам, подтверждаются следующими документами: исполнительными геодезическими схемами и чертежами, паспортами качества и сертификатами соответствия на применяемые материалы, оборудование, изделия, а также протоколами и заключениями лабораторных испытаний. Геометрические характеристики возведенных конструкций и их фактические отклонения – одни из наиболее важных параметров, отображаемые на исполнительных схемах [1].

Для определения основных показателей и параметров качества был проведен анализ множества комплектов ИД на различные объекты строительства и реконструкции.

Отражаемые на исполнительных геодезических схемах величины значений отклонений железобетонных, как вертикальных, так и горизонтальных, конструкций, в соответствии с требованиями нормативных документов по предельно допустимым значениям отклонений, приведены в Таблице 1 [2].

Таблица 1 – Сводная таблица отклонений конструкций, фиксируемых по исполнительным схемам

Наименование фиксируемого отклонения по ИС	Наименование допусков в нормативной документации	Нормат. знач., мм	Кол-во отклон.
Отклонение низа стены от проектного положения	Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций	15	46
Отклонение верха стены от проектного положения	Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций	15	46
Величина отклонения высоты бетонируемого яруса	Отклонение горизонтальных плоскостей на весь выверяемый участок (табл. 5.12, п. 4)	20	46
Величина отклонения толщины нижнего сечения от проектного	Предельное отклонение расстояния между внутренними поверхностями опалубки от проектных размеров	5	46
Величина отклонения толщины верхнего сечения от проектного	Предельное отклонение расстояния между внутренними поверхностями опалубки от проектных размеров	5	46
Величина отклонения линейного размера ширины бетонируемой захватки	Отклонение длин или пролетов элементов, размеров в свету	±20	13
Величина отклонения низа колонны от проектного положения	Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций	15	76
Величина отклонения верха колонны от проектного положения	Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций	15	76
Величина отклонения толщины нижнего сечения от проектных параметров	Предельное отклонение расстояния между внутренними поверхностями опалубки от проектных размеров	5	76
Величина отклонения толщины верхнего сечения от проектных параметров	Предельное отклонение расстояния между внутренними поверхностями опалубки от проектных размеров	5	76
Величина отклонения высоты бетонируемого яруса от проекта	Отклонение горизонтальных плоскостей на весь выверяемый участок (табл. 5.12 п.4)	20	38
Отметка низа конструкций	Отклонение горизонтальных плоскостей на весь выверяемый участок	20	34
Отметка верха конструкций	Отклонение горизонтальных плоскостей на весь выверяемый участок	20	28
Высота сечения	Размер поперечного сечения элемента h при: h = 400 мм h > 2000 мм	-3+11; -9+25	16

Наименование фиксируемого отклонения по ИС	Наименование допусков в нормативной документации	Нормат. знач., мм	Кол-во отклон.
Высота от основания до нижней грани плиты перекрытия (высота в пределах 8-11 м)	Отклонения от прямолинейности горизонтальных элементов опалубки перекрытий на длине L, мм 1 класс 2 класс	L/1000, но не более 10 L/1000	24
Толщина балок перекрытия	Размер поперечного сечения элемента h при: h = 400 мм h > 2000 мм	-3+11; -9+25	16

По результатам сбора статистических данных значений отклонений конструкций и их систематизации были построены гистограммы для графической интерпретации частоты повторений выявленных величин отклонений в мм для монолитных железобетонных вертикальных конструкций – стен различной толщины сечения [2-4]. В рамках систематизации значения отклонений были распределены на несколько видов:

- отклонения стен по оси от проектного положения в рамках предельно допустимых нормативных значений (Рисунок 1);
- отклонения стен по оси от проектного положения, значения которых выходят за предельно допустимые нормативные (Рисунок 2);
- отклонения высоты бетонируемого яруса стен (Рисунок 3);
- отклонения толщины сечения стен от проектных значений в рамках предельно допустимых нормативных значений (Рисунок 4);
- отклонения толщины сечения стен от проектных значений, выходящих за предельно допустимые (Рисунок 5);
- отклонения линейных размеров ширины бетонируемой захватки стен (Рисунок 6).

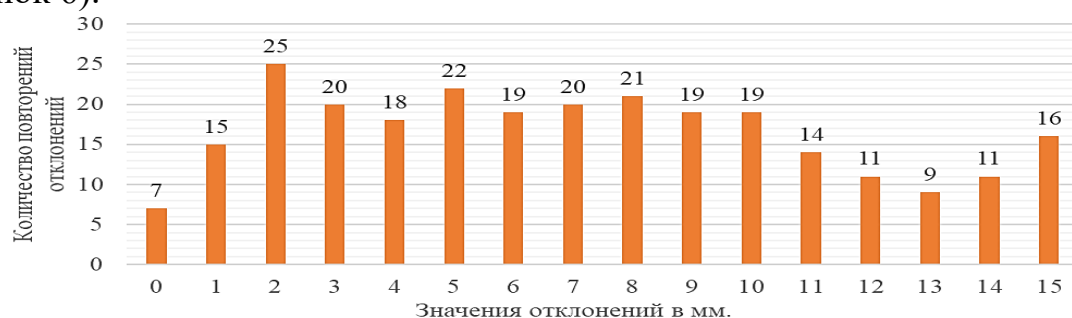


Рисунок 1 – Гистограмма значений отклонений стен по оси от проектного положения в границах предельно допустимых отклонений – до 15 мм

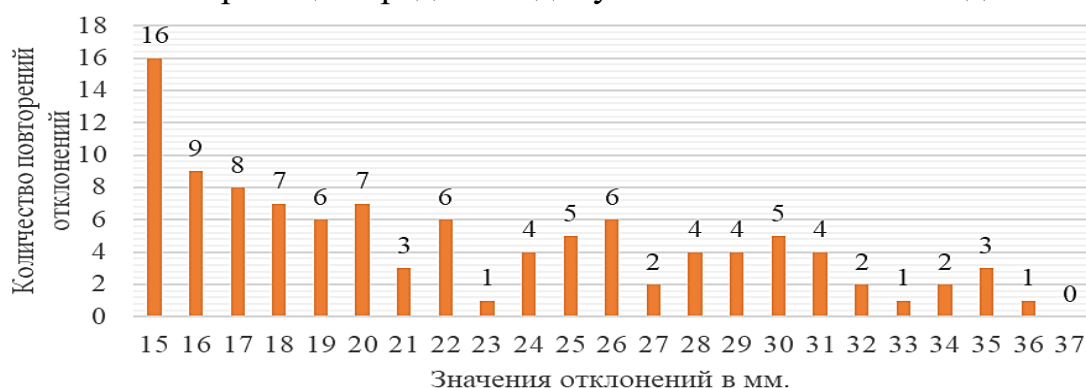


Рисунок 2 – Гистограмма значений отклонений стен по оси от проектного положения, выходящих за предельно допустимые отклонения – 15 мм

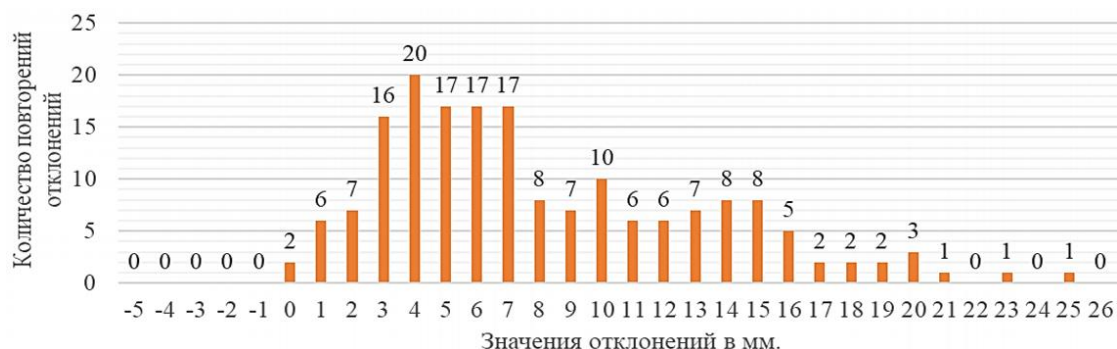


Рисунок 3 – Гистограмма значений отклонений высоты бетонируемого яруса стен

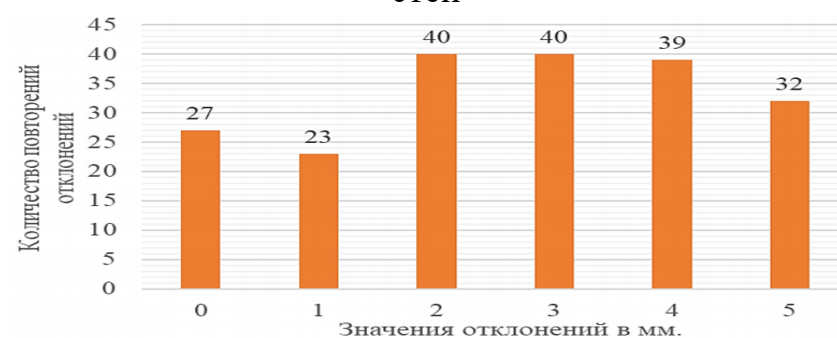


Рисунок 2.6 – Гистограмма значений отклонений толщины сечения стен от проектных значений в границах предельно допустимых отклонений – 5 мм

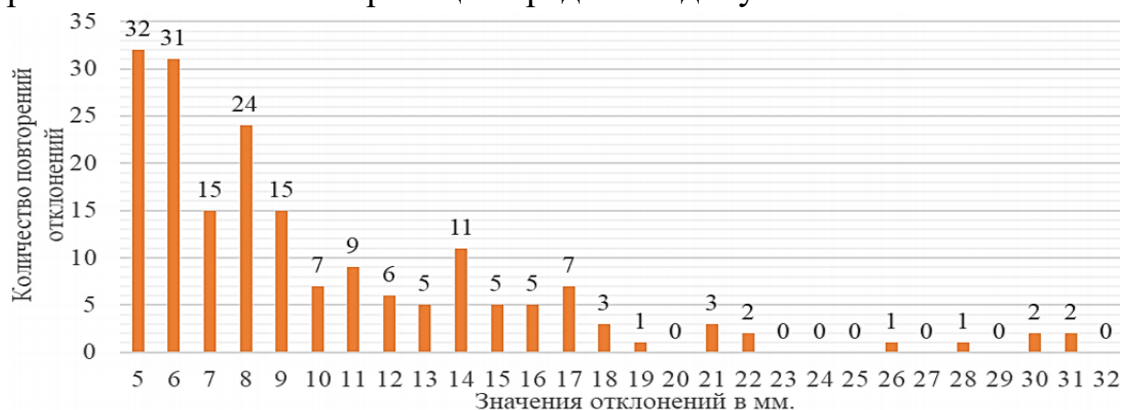


Рисунок 2.7 – Гистограмма значений отклонений толщины сечения стен от проектных значений, выходящие за границы предельно допустимых отклонений – 5 мм

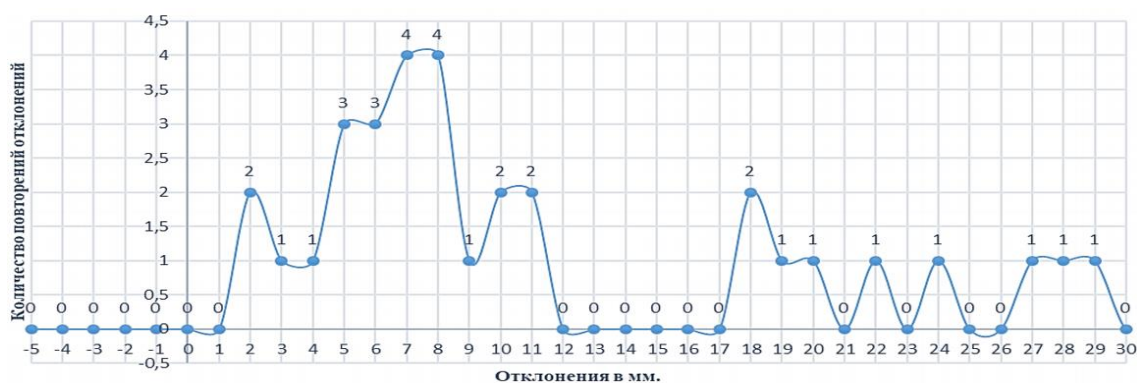


Рисунок 2.8 – График отклонений размеров ширины бетонированной захватки стен

По результатам сбора статистических данных значений отклонений конструкций и их систематизации также построены гистограммы для графической интерпретации частоты повторений выявленных величин отклонений в мм для монолитных железобетонных вертикальных конструкций – колонн и пилонов. В рамках систематизации значения отклонений также были распределены на несколько видов. Согласно статистическим данным, можно зафиксировать, что значения величины отклонений высоты бетонированного яруса колонн и пилонов не выходят за предельно допустимые нормативные значения. Частота значений отклонений по оси от проектных требований колонн и пилонов имеет значительную величину как в рамках предельно допустимых значений, так и за их пределами [5].

Выполнив первичный анализ и обработку статистических данных значений отклонений, которые являются множественными параметрами качества выполненных работ и конструкций, можно сделать вывод, что фактические выявленные значения отклонений варьируются как в рамках предельно допустимых нормативных значений, так и за их пределами.

Список литературы

1. Иванова, З.И. Кадровое обеспечение строительной отрасли России (по материалам социологических исследований): монография / З.И. Иванова, Л.В. Власенко, В.Л. Воробьева – М.: Библиотека научных разработок и проектов НИУ МГСУ, 2014. – 72 с.
2. Казаков, Д.А. Вопросы обеспечения качества и учета брака при строительстве объектов нефтегазового комплекса / Д.А. Казаков // Сборник трудов второй совместной научно-практической конференции. ГБУ «ЦЭИИС» и ИПРИМ РАН «Обеспечение качества, безопасности и экономичности строительства. Практика. Проблемы. Перспективы. Инновации». Институт прикладной механики РАН. - М, 2020. - С. 226-237.

3. Загорская, А.В. Применение методов экспертной оценки в научном исследовании. Необходимое количество экспертов / Л.В. Загорская, А.А. Лapidус // Строительное производство. – 2020. - №3. – С. 21-34.

4. Жадановский, Б.В. Организационно-технологическое проектирование - неотъемлемая часть обеспечения эффективности, качества и безопасности строительства / Б.В. Жадановский, Т.Н. Дубина, Е.Г. Семёнова // Промышленное и гражданское строительство. - 2006. - №12. - С. 28-30.

5. Гроздов, В.Т. Техническое обследование строительных конструкций зданий и сооружений: учебное пособие / В.Т. Гроздов. – СПб.: Воен. инж.-техн. ун-т., 1998. – 203 с.

КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Гирин В.А., Маторнова О.Н.,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»,
Оренбург**

Аннотация: применение современных строительных материалов и технологий является ключевым фактором повышения эффективности и качества строительных работ, снижения затрат и обеспечения соответствия современным требованиям энергоэффективности и экологической безопасности. Современные технологии позволяют значительно сократить сроки строительства, повысить надежность и долговечность конструкций, а также улучшить эксплуатационные характеристики зданий и сооружений. Их применение становится необходимым условием для обеспечения конкурентоспособности строительных предприятий на рынке, требующем инновационных и эффективных решений.

Ключевые слова: строительные материалы, энергоэффективность, SIP-технологии.

В эпоху масштабного строительства разнообразных объектов особенно остро встает задача возведения зданий, сочетающих в себе максимальную функциональность, выдающиеся технические характеристики, экономическую эффективность и разумную ценовую политику. Применение современных строительных материалов и технологий для обеспечения прочности, долговечности и экологической безопасности при возведении, капитальном и текущем ремонте, реконструкции, реставрации и реновации зданий и сооружений приобретает первостепенное значение. Строительные организации непрерывно исследуют новые материалы и разрабатывают передовые технологические концепции, стремясь наделить их улучшенными характеристиками по сравнению с существующими аналогами. Каждый новый материал должен превосходить предшественников по технологическим свойствам и показателям: быть легче, обеспечивать более быстрое возведение, демонстрировать высокую энергоэффективность и т.д.

Сфера строительства зависит от использования новых, экологических и доступных строительных материалов, с помощью которых возможно увидеть процесс и полученный результат, комплексно обосновать и определить сроки выполнения строительных работ, которые будут отвечать стандартам и нормативам, установленным в сфере строительства. Развитие новых материалов и технологий способствует повышению эффективности строительства,

снижению затрат и минимизации воздействия на окружающую среду, экономии ресурсов и повышению качества продукции.

Среди наиболее значимых современных материалов можно выделить высокопрочный бетон. Высокопрочный бетон обладает повышенной прочностью и долговечностью по сравнению с традиционным бетоном, что достигается за счет использования особых добавок и технологий его приготовления. Данные характеристики высокопрочного бетона позволяют сокращать размеры конструктивных элементов и уменьшать общий вес конструкций, что особенно важно при возведении высотных зданий и больших мостов. Кроме того, высокопрочный бетон обладает лучшей сопротивляемостью к воздействию агрессивных сред, что увеличивает срок его службы и снижает затраты на ремонт и обслуживание зданий.

Особое внимание уделяется на современном этапе строительства использованию стекловолокна и армированным полимерам (включая углеродное волокно и базальтовые волокна) для создания композитных материалов, которые выделяются своей легкостью и высокой прочностью. Данные материалы применяются как в несущих конструкциях, так и в отделке, обладая хорошей устойчивостью к коррозии и низким коэффициентом теплового расширения. Применение композитных материалов становится особенно актуальным в районах с суровыми климатическими условиями и повышенными требованиями к сейсмостойкости зданий.

Важным направлением в развитии строительных материалов является создание «умных» материалов, которые могут адаптироваться к изменениям внешних условий. Например, фотохромные и термохромные материалы могут изменять свои светопропускающие свойства в ответ на изменения освещенности и температуры окружающей среды. Это позволяет регулировать количество тепла и света, проникающих в здание, что улучшает энергоэффективность. Данные материалы используются в смарт-окнах. Смарт-стекло – инновационный материал, обладающий функцией переменной прозрачности [1].

Строительные организации на любом этапе строительства исследуют современные строительные материалы и разрабатывают в новой технологической концепции для того, чтобы наделять их на постоянной основе лучшими характеристиками, нежели их аналоги. Наделяя при этом новый задел или образец материала более совершенными технологическими свойствами и показателями, к примеру, легкий вес при строении, быстрое возведение, эффективное энергосбережение и т. д. Данным характеристикам удовлетворяют здания, построенные по SIP-технологии. Их собирают из заранее изготовленных на заводе панелей. Хотя стены таких домов и не выглядят массивными и прочными, они изготовлены из «теплых» материалов, благодаря которым

удалось добиться хороших показателей по теплоизоляции, а также исключить работы по дополнительному утеплению домов, в отличие от кирпичных или каркасных сооружений.

Стены из SIP-панелей положительно влияют и на полезную площадь дома – она увеличивается только за счет того, что панели занимают меньше места по сравнению со стенами в обычных домах. Кроме этого данные дома выдерживали ураганный ветер и другую непогоду. SIP-панели отличаются очень малым весом, ведь большую часть их массы занимает утеплитель пенополистирол – легкий и долговечный материал. Легкие панели снижают затраты на фундамент, что позволяет возводить дома и на сложном грунте, например, с близким расположением грунтовых вод и т.д. Кроме того, можно надстроить этажи из SIP-панелей над имеющимися этажами без соответствующего усиления фундамента. По степени звукопоглощения SIP-панель можно сопоставить с кирпичной стеной. Они хуже поглощают ударные звуковые волны и вибрации, но если уложить на перекрытия ковровин, это поможет существенно снизить шумовой фон внутри помещения.

Еще одно немаловажное преимущество таких домов, что их можно возвести в течение нескольких месяцев, и для этого не нужно привлекать какую-то специальную технику, а работы можно вести в любую погоду. Внутренние работы по отделке можно начинать почти сразу после возведения каркаса, так как данные дома не дают усадку. Материал также сохраняет форму, поэтому стены и пол всегда остаются ровными [2].

Для Оренбургской области вопрос возведения таких домов особенно актуален. Так в городе Оренбург производством, проектированием и строительством каркасных зданий и сооружений по канадской технологии «Экопан» занимается предприятие ООО «Эко Хаус». «Канадскими» домами называют здания, построенные по SIP-технологии. Их собирают из заранее изготовленных на заводе панелей. Следует отметить, что уникальность типоразмеров сэндвич-панелей позволяет создавать любую конфигурацию дома, не накладывая никаких ограничений в выборе конструктивных особенностей и дизайна постройки.

Так основными достоинствами технологии «Экопан» является:

- высокие прочностные характеристики на сжатие и изгиб;
- низкая себестоимость строительства;
- быстрые темпы монтажа, независимые от погодных условий (времени года);
- низкая теплопроводность (дома в 8 раз теплее чем кирпичные или бетонные);
- долговечность конструкций (сохраняется в 3 раза дольше деревянных);

- высокая сейсмоустойчивость [3].

Исследования современных материалов и технологий в сфере строительства необходимы, как при его разработке, создании, так и в процессе их выбора и применения в области строительства. Можно отметить, что с каждым годом появляются в строительстве новые строительные материалы и технологии, которые улучшают качество аналогов и создаются в соответствии со стандартами строительной области и вехой развивающихся технологий.

Таким образом, современные материалы и технологии в строительстве не только расширяют архитектурные возможности, но и вносят значительный вклад в экологическую безопасность, экономическую эффективность и улучшение качества жизни в современных зданиях. Развитие этих материалов продолжает стимулировать инновации в строительной отрасли, обещая появление новых решений, которые будут способствовать созданию более совершенных и устойчивых городских сред. Будущее строительства неразрывно связано с внедрением инновационных, экологически чистых и экономически доступных материалов, позволяющих комплексно оценивать процесс, прогнозировать результаты, обосновывать решения и точно определять сроки выполнения работ, соответствующих всем установленным стандартам и нормативам.

Список литературы

1. Гири́н В.А. Смарт окна с угловым селективным пропусканием солнечного света и энергии // Всероссийская научно-методическая конференция. Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. - 2025.- 4 с.
2. Бовтеев С.В., Канюкова С.В. Развитие методики контроля сроков инвестиционно-строительного проекта // Инженерно-строительный журнал. 2016. № 2(62). С. 102-112.
3. PENOBOARD Экструдированный полистирол: Экструдированный пенополистирол или пенополиуретан – Херсон [Электронный ресурс]. – Режим доступа : – <http://penoboard.com/ru/stati/ekstrudirovannyj-penopolistirol-ili-penopoliuretan> – 10.03.2018.

СМАРТ-ОКНА С ИЗМЕНЯЕМЫМ КОЭФИЦИЕНТОМ СВЕТОПРОПУСКАНИЯ

Гирин В.А.,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: смарт-окна играют ключевую роль в сокращении потребления энергии в зданиях. Учитывая использование инновационных архитектурных тонкослойных покрытий они позволяют регулировать светопропускание и теплопередачу, адаптируясь к изменяющимся условиям окружающей среды и снижают потребность в искусственном освещении и кондиционировании. Смарт-окна обеспечивают значительную экономию электроэнергии, повышение комфорта для пользователей и увеличение экологических характеристик зданий.

Ключевые слова: смарт-окно, конструкции, решетчатый фильтр.

В статье представлен опыт внедрения современных технологий в строительную отрасль. В частности, рассмотрим смарт-окна, которые играют ключевую роль в сокращении потребления энергии в зданиях, учитывая использование инновационных архитектурных тонкослойных покрытий.

Смарт-стекло – инновационный материал, обладающий функцией переменной прозрачности. В смарт-стекле расположена жидкокристаллическая пленка, к которой подведен электрический ток низкого напряжения. В выключенном состоянии, без воздействия тока, жидкие кристаллы расположены хаотично, рассеивают свет. Стекло в этом случае – матовое, непрозрачное. Во включенном режиме расположение жидких кристаллов упорядочивается, стекло становится прозрачным. В обоих случаях количество пропускаемого света не изменяется.

Уникальные свойства смарт-стекла зависят от его особенной конструкции. Между двумя прозрачными листами расположена пленка с жидкими кристаллами. Именно они придают полезные свойства материалу. Под воздействием электромагнитного поля расположение кристаллов меняется, из хаотичного становится упорядоченным, вследствие чего светопропускные свойства стекла делают его прозрачным. Свет проходит сквозь пленку, не встречая препятствий в виде нагромождений кристаллов. Силу тока, подаваемую в смарт-стекло, можно регулировать с помощью специального устройства. Если напряжение невысокое, то упорядочиваются не все жидкие кристаллы. Изделие становится лишь частично прозрачным. Чем напряжение выше, тем уровень прозрачности больше.

Проведем сравнительный анализ смарт-окна с решетчатым фильтром и традиционного окна, которое имеет полностью переключаемый слой на основе хромогенного материала в окрашенном и белом состояниях. Уровень

светопропускания смарт-стекла варьируется в зависимости от силы солнечной радиации в различных диапазонах длин волн (низкоэмиссионные и фотохромные стекла), температуры окружающей среды (термохромные и термотропные стекла) и от приложенного напряжения (электрохромные стекла). Хромогенные материалы, используемые в смарт-окнах, функционируют как оптические фильтры. Функция фильтра, созданного двумя тонкоплёночными решётками, обеспечивает селективное пропускание солнечного света под заданным углом, который рассчитывается с учетом солнечной траектории [1].

Смарт-окна с изменяемым коэффициентом светопропускания и солнечной энергии играют ключевую роль в современном умном доме, способствуя повышению энергоэффективности и улучшению экологических характеристик зданий. Окна, влияя на визуальные, тепловые и акустические аспекты, создают комфортную атмосферу для пользователей. Достижение таких комфортных условий требует адаптации к сезонным и климатическим изменениям. В современном мире окнам предъявляются противоречивые требования: в жаркие дни нужно защищать пространство от избыточного солнечного и инфракрасного излучения, при этом обеспечивая достаточное количество дневного света и возможность визуального контакта с внешним окружением для уютного проживания. Существует эффективный метод для прогнозирования и контроля распределения яркости в поле зрения. Для этого необходимо исследовать общее энергопотребление и визуальный комфорт смарт-окон с взвешенными частицами в контексте интеграции остекления в адаптивные здания, которые призваны снижать энергетические затраты в теплых климатах. Рассматриваемые нами смарт-окна имеют значительный потенциал для масштабного решения данных задач [2].

Низкоэмиссионное стекло с высоким коэффициентом отражения инфракрасного излучения было первым стеклом для контроля солнечных лучей. При этом динамические интеллектуальные технологии на основе SPD, жидкокристаллических, термотропных и хромогенных материалов адаптируются к изменениям параметров внешней среды или управляются электрическим током, а также путём попеременного заполнения камеры различными газами или окрашиваются жидкостью, заполняющей камеры. Используемые в окнах хромогенные материалы, особенно фотохромные, термохромные, электрохромные и газохромные материалы, относятся к числу быстроразвивающихся и наиболее перспективных смарт-технологий в области архитектурного остекления [3].

Применяемые органические и неорганические фотохромные материалы в окне меняют цвет под воздействием света из-за обратимого фотопереключения между окрашенными и обесцвеченными состояниями, которые имеют разные спектры поглощения. А вот термохромные материалы, используемые в окнах, которые обратимо изменяют свой цвет, когда внешняя температура достигает переходного

значения, при котором происходят изменения кристаллической фазы и структуры. Под воздействием низкого напряжения электрохромные стекла работают по нескольким различным технологиям и просто темнеют, или темнеют и становятся полупрозрачными, или становятся зеркальными и непрозрачными. При химических реакциях газохромные материалы проявляют изменение цвета под воздействием разбавленных газов водорода и кислорода, попеременно подаваемых в оконную камеру.

При сравнении данных исследований с имеющимися в продаже материалами, наибольший прогресс в улучшении характеристик, т. е. в повышении коэффициента пропускания в отбеленном и снижении в окрашенном состоянии, наблюдается у фотохромных материалов, особенно в светопропускании. Для термохромных материалов наблюдается значительное увеличение коэффициента пропускания солнечного света в отбеленном состоянии. Этот показатель также улучшен для электрохромных материалов. Несмотря на большую разницу светопропускания в отбеленном и окрашенном состоянии для газохромных материалов по сравнению с другими, их коммерческое использование затруднено необходимостью газоснабжающей системы.

Управляя дневным светом и температурой в помещении, обычное окно, полностью остеклённое смарт-стеклом, не обеспечивает углового селективного регулирования светопропускания с адаптацией к траектории движения солнца без дополнительного использования устройств затенения перенаправления дневного света. Причем при переходе в цветное состояние такое окно ослабляет не только прямое, но и рассеянное солнечное излучение. Однако для создания комфортных условий в помещении желательно пропускать рассеянный свет, частично или полностью блокируя прямые солнечные лучи в зависимости от угла падения солнечных лучей, то есть траектории движения солнца относительно окна, во избежание бликов, ярко освещенных поверхностей и повышенных температур.

Новый метод управления направленным светопропусканием позволяет устранить эти ограничения. На основе этого метода оптический фильтр для смарт-окна состоит из тонкопленочных решеток с чередующимися параллельными полосами для двух поверхностей остекления. Такой фильтр обеспечивает угловое избирательное направленное светопропускание, а также защищает помещение от прямых солнечных лучей в заданном диапазоне углов падения солнечных лучей, пропуская при этом солнечный свет [4].

Результаты проводимых исследований показывают два основных преимущества решетчатого смарт-окна по сравнению с обычным. Во-первых, в активном (цветном) режиме, благодаря угловой избирательности пропускания оно имеет саморегулирующийся коэффициент пропускания света и солнечной энергии в течение дня и года без использования устройств перенаправления затенения дневного

света, а в отбеленном состоянии оно имеет более высокий коэффициент пропускания. Во-вторых, регулируя пропускание прямых солнечных лучей, фильтр пропускает более чем в 2 раза больше рассеянного света как в цветном, так и в отбеленном состоянии, тем самым повышая комфорт в помещении в любое время года. Полученные данные используются для разработки показателя чёткости обзора и цветового индекса, для оценки обзора через окно при применении специальных солнцезащитных тканей. Данное смарт-окно тестируется на влияние динамических световых сценариев и персональной освещённости на визуальный опыт, сонливость, восприятие и сон. Оптимальный угол наклона решеток фильтра, адаптированный к траектории движения Солнца относительно окна, подходит для изготовления устройств с наклонными элементами затенения, например, жалюзи типа «зебра» с наклонными полосами.

Список литературы

1. Закируллин Р.С. Оптический фильтр для смарт-окна с угловым селективным светопропусканием // Оптический журнал. 2019. Т. 86. № 5. С. 23—29.
2. Сохович Е.В., Мякин С.В., Семенова А.А., Земко В.С., Бахметьев В.В., Проститенко О.В., Халимон В.И. Электрохромные устройства на основе вольфрам оксидных слоев, модифицированных полиэтиленгликолем // Оптический журнал. 2019. Т. 86. № 1. С. 68—74.
3. Моделирование притока тепла от солнечной радиации через решёточные смарт-окна [Электронный ресурс] / Р. С. Закируллин, И. А. Оденбах, Н. М. Гунько, Н. А. Горьков, В. А. Гирин, Е. В. Пикалова // Academia. Архитектура и строительство, 2023. - № 3. - С. 132-139. . - 8 с.
4. Гирин В.А. Смарт окна с угловым селективным пропусканием солнечного света и энергии // Всероссийская научно-методическая конференция. Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. - 2025.- 4 с.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТЬ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

**Гирин В.А., Гирин А.Н. канд. экон. наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: строительные предприятия, попадающие в активную конкурентную среду на рынке должны соответствовать современным требованиям, которые включают в себя внедрение инновационных технологий, оптимизацию бизнес-процессов и повышение квалификации персонала, использование современных строительных материалов и оборудования. Только в этом случае предприятия смогут выдерживать конкуренцию, привлекать заказчиков и обеспечивать конкурентоспособность и устойчивое развитие.

Ключевые слова: конкурентоспособность, предприятие, факторы.

В эпоху глобализации и технологического прогресса конкурентоспособность строительных предприятий превращается из желательного атрибута в жизненно необходимый фактор для обеспечения устойчивого развития и достижения лидерских позиций на рынке. На сегодняшний день строительная отрасль по праву считается одной из крупнейших отраслей страны и составляет порядка 8 % ВВП России, включая сопутствующие виды деятельности. На текущий момент рынок состоит из более чем 200 тыс. предприятий, причем, преимущественно, из представителей малого и среднего бизнеса — 97 %. Именно неспособность соответствовать требованиям рынка, низкая конкурентоспособность приводят к гибели одних предприятий, в то время как другие, более сильные и адаптированные, продолжают свой рост и развитие. Вместе с тем, современные условия, в которых осуществляют свою деятельность строительные предприятия в России характеризуются и тем, что все сильнее заявляет о себе конкуренция, которая является движущей силой развития общества. В связи с этим для строительной отрасли главным инструментом выживания и конкуренции является экономия ресурсов и повышение качества товаров [1].

Конкурентоспособность — это сложная и многогранная характеристика, определяющая способность предприятия эффективно функционировать и успешно соперничать с другими участниками отрасли и складывается из множества взаимосвязанных элементов, факторов, требующих пристального внимания и грамотного управления. К числу наиболее значимых аспектов конкурентоспособности строительных предприятий относятся ценовая политика, качество выполняемых работ, сроки реализации проектов, инновационная активность, управление рисками, квалификация персонала и репутация компании.

Ценовая конкурентоспособность является одним из важнейших параметров, определяющих привлекательность строительных предприятий для заказчиков. Оптимизация затрат на строительство, применение современных

технологий и эффективное управление ресурсами позволяют снизить себестоимость работ и предложить конкурентоспособные цены, не уступая в качестве. На оценку конкурентоспособности строительных предприятий, как нам представляется, оказывают влияние особенности строительной продукции. Строительные предприятия, попадающих в активную конкурентную среду на рынке, в первую очередь, напрямую зависят от использования строительных материалов, от их качества. При этом необходимо учитывать использование данных строительных материалов при длительном применении, что будет усиливать интерес потребителя в большей мере к сохранению имеющегося, чем к приобретению нового продукта и при этом немаловажную роль будет играть платежеспособность населения. Для создания и поддержания требуемых запросов заказчиков, в современных условиях, новизна строительной продукции и ее цена, являются необходимым требованием конкурентоспособности строительного предприятия [2].

При этом необходимо учитывать, что демпинг и занижение цен могут привести к снижению рентабельности и ухудшению финансового состояния предприятия, что в долгосрочной перспективе негативно скажется на её конкурентоспособности. Безусловным приоритетом для любых строительных предприятий, стремящейся к успеху, является, на наш взгляд, обеспечение высокого качества выполняемых работ. Для успеха предприятия, его конкурентоспособности, требуется внедрения современных систем контроля качества, использования сертифицированных материалов и оборудования, а также постоянного повышения квалификации персонала. Строительные предприятия, уделяющие особое внимание качеству продукции и услуг на всех этапах выполняемых работ, демонстрируют более высокие показатели прибыльности и лояльности клиентов.

Немаловажным аспектом конкурентоспособности являются сроки реализации проектов. Помимо общих сроков строительных работ в контрактах могут указываться промежуточные сроки работ по отдельным технологическим этапам, что имеет огромное значение для заказчиков, особенно в условиях динамично развивающегося рынка. Чтобы выполнять проекты в установленные сроки и даже с опережением графика, необходимо эффективное планирование, организация и контроль за ходом строительства, а также применение современных методов управления проектами. Предприятия, выполняющие данные проекты, при этом получает значительное конкурентное преимущество [3].

Ключевым фактором для обеспечения долгосрочной конкурентоспособности строительной организации является инновационная активность, которая заключается во внедрение новых технологий, материалов и методов строительства, позволяет повысить производительность труда, снизить затраты, улучшить качество работ и предложить заказчикам инновационные решения. Инновации являются двигателем экономического прогресса и позволяют строительным предприятиям создавать новые рынки и получать конкурентные преимущества.

Для эффективной и долгосрочной работы строительным предприятиям необходимо научиться управлять рисками, такими как финансовые риски, риски, связанные с безопасностью труда, риски, связанные с изменениями в законодательстве, и риски, связанные с неблагоприятными погодными условиями. Эффективное управление рисками позволит минимизировать негативные последствия и обеспечить стабильное функционирование.

Основная задача, которая должна решаться для конкурентоспособности строительного предприятия, квалификация персонала, которые способны эффективно решать сложные задачи, принимать грамотные решения и обеспечивать высокое качество выполняемых работ. Предприятия, осуществляющие современную и эффективную образовательную подготовку кадров, являются более конкурентоспособными на рынке. Важно заметить, что в процессе обучения сотрудники предприятия овладевают новыми знаниями, методами анализа и работы, которые необходимы для решения задач на предприятии в различных ситуациях, готовность в кратчайшие сроки устранить недостатки в выполненных работах [4].

Важно отметить, что все рассмотренные факторы могут воздействовать на строительное предприятие, как в сторону повышения его конкурентоспособности, так и способствовать к ее снижению. Для повышения конкурентоспособности необходимо разработать и реализовать комплексную стратегию, учитывающую все вышеперечисленные факторы. Только строительные предприятия, способные адаптироваться к меняющимся условиям рынка, внедрять инновации, обеспечивать высокое качество работ и эффективно управлять ресурсами, могут рассчитывать на устойчивое развитие и достижение лидерских позиций в отрасли, демонстрировать более высокие показатели роста и прибыльности, чем их конкуренты.

Список литературы

1. Ковалева Л. В., Мельников А. Б. Повышение конкурентоспособности строительной организации // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного комплекса. 2017. № 1. С. 277–279.
2. Кузнецова Л. М., Шелепова А. С. Повышение конкурентоспособности строительных организаций на российском рынке // Экономическая среда. 2018. № 2 (24). С. 87–92.
3. Фатхутдинов Р. А. Концепция новой теории управления конкурентоспособностью и конкуренцией // Современная конкуренция 2021. № 1. – 8 с.
4. Хабаров А. О. Использование инновационных технологий как основа повышения конкурентоспособности предприятий строительной отрасли // Аллея науки. 2021. Т. 1. № 10. С. 398–403.

МЕРЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ «ЗЕЛЁНОГО» СТРОИТЕЛЬСТВА В РОССИИ

**Гончарова В. А., студент, Гурьева Ю. А., кандидат технических наук,
доцент,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург**

Аннотация: Рассматриваются преимущества «зелёного» строительства по сравнению с традиционным при использовании рассмотренных мер государственной поддержки.

Ключевые слова: зелёное строительство, меры государственной поддержки, национальный стандарт.

«Зелёное строительство» является одним из важных направлений в современном строительстве [1]. Преимуществом данного строительства перед традиционным являются следующие принципы «зелёного строительства»: чистый воздух и водоёмы, увеличение озеленённых территорий, использование качественных материалов и внедрение технологий для получения альтернативной энергии. Известно, что наибольшее негативное влияние на экологию оказывает именно строительная отрасль. Использование некачественных материалов приводит к большому выделению углекислого газа, правильно не утилизируемые отходы после строительства наносят огромный вред почве, водоёмам и животным, а также, приводят к нарушениям работы и разрушению различных экосистемы [1,2].

«Зелёное строительство» – это вид современного строительства, который подразумевает минимальное воздействие на окружающую среду в течение всей жизни здания. Однако, использование «зелёных» технологий обходится застройщикам гораздо дороже обычных. Соответственно, нужно искать пути сокращения стоимости данного строительства для увеличения количества построенных энергоэффективных зданий, а также для улучшения окружающей среды и жизни людей [2].

В настоящее время при получении особого сертификата о соответствии критериям системы оценивания «зелёного строительства», стоимость здания значительно возрастает. Получение такого сертификата позволяет увеличить итоговую выгоду для застройщиков, а для покупателей получить более качественное жилье или рабочее пространство [2].

До 2022 года в России действовали международные оценочные системы разных стран: DGNB (Германия), BREEAM (Великобритания), LEED (США), CASBEE (Япония). В их основу заложены различные критерии:

энергоэффективность, уровень выбросов углекислого газа, инфраструктура, озеленение и т. д. В соответствии с этими критериями выставляются баллы, на основании которых присваивается сертификат определенного уровня [4].

Российская система оценивания разработана на примере общей международной практики проектирования, строительства и эксплуатации построек. ГОСТ Р 70346-2022 разработан для отслеживания качественных и количественных характеристик в течение всей жизни зданий. Данный стандарт утверждён Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 сентября 2022 г. № 900-ст. Выгоднее всего получить сертификат на начальном этапе, а стоимость здания возрастёт на 20-25% при его продаже [2-5].

ДОМ.РФ – финансовый институт развития в жилищной сфере России, контролирует исполнение государственных программ, которые помогают россиянам улучшать жилищные условия. Организация ДОМ.РФ совместно с Минстроем в 2023 году ввели поддержку развития жилищного строительства, в особенности «зелёного» и энергоэффективного. Программа включает в себя поддержку в 39 субъектах России. Сумма для реализации программы составляет 2,6 млрд рублей. Целью реализации программы является увеличение строительства энергоэффективного жилья, поддержка девелоперов, использующих экологичные материалы и улучшение качества жилья. Выделенный бюджет используют для снижения ставки по кредитному договору проектного финансирования девелоперов до уровня ключевой ставки, что помогает реализации новых проектов в условиях роста цен. Если застройщики работают в рамках «зелёного» строительства в процессе возведения многоквартирных домов, то ставка по кредиту дополнительно снижается на 1-2% в зависимости от класса энергоэффективности. Оценивание производится по критериям ГОСТ Р 70346-2022. Возможностями данной программы активно пользуются следующие субъекты: Москва, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Байкальск и Владивосток [3,4].

Важно отметить решение действующего законодательства от 18 марта 2024 года об освобождении от налогообложения для организаций, которые строят новые объекты с высоким классом энергетической эффективности [4].

Таким образом, «зелёное» строительство является хорошей альтернативой традиционному в перспективе развития. Его преимуществами являются снижение вреда для окружающей среды, улучшение жилищных условий, инфраструктуры и энергоэффективность. Однако, существуют и недостатки: высокая стоимость из-за применения особых технологий и материалов, которую необходимо компенсировать за счёт мер государственной поддержки. Получение сертификата о соответствии зелёным стандартам повысит стоимость

здания при продаже. Программа ДОМ.РФ совместно с Минстрой повысит качество жизни людей, уменьшит вредное воздействие стройки на окружающую среду и климат, а также окажет поддержку застройщикам, использующих качественные, экологичные материалы и энергоэффективные технологии. На заседании комитета Совета Федерации было принято решение об освобождении от налогообложения для застройщиков «зелёных» многоквартирных домов, что значительно поможет в развитии данного направления.

Список литературы

1. Корниенко, С. Зеленое строительство - инновационный и социально значимый элемент повышения устойчивости среды / С. Корниенко // Здания высоких технологий. – 2017. – Т. 3, № 3. – С. 60-80. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://esg-library.mgimo.ru/upload/iblock/6a8/23e3poupjffpn9fcmwhg3okao1v13uzr/ZS.pdf>
2. Устойчивое строительство зданий. Мировые тренды и перспективы для России / АНО «Национальный Центр ГЧП». АО «ДОМ.РФ» // 2022. – №1. 45 с. - [Электронный ресурс]. – URL:<https://pppcenter.ru/upload/iblock/804/804ae66a9fe353e4a57a7d9a21c31cd9.pdf>
3. ДОМ.РФ: В России просубсидируют проекты «зелёного» жилья / 2023. – [Электронный ресурс]. – URL: <https://дом.рф/media/news/dom-rf-v-rossii-prosubsidiruyut-proekty-zelenogo-zhilya>
4. Перспективы развития «зеленого» и энергоэффективного строительства жилья в России // Материалы конференции комитета Совета Федерации по федеративному устройству, региональной политике, местному самоуправлению и делам Севера // 2024. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://council.gov.ru/media/files/j5yLNnJgWmZe18hCXW8B3jwV2vWed3eg.pdf>

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ НОРМИРОВАНИИ ОБОРОТНЫХ СРЕДСТВ

**Дергунов С.А., к.т.н., доцент, Горбачев С.В., к.т.н., доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»**

**Горбачев В.С.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Национальный исследовательский Московский
государственный строительный университет»**

Аннотация: Исследование перспективного использования искусственного интеллекта для повышения эффективности строительного производства выявило недостатки существующих методов нормирования оборотных средств. Возможности искусственного интеллекта позволяют анализировать более обширный набор технико-экономических показателей материальных ресурсов. Данный подход свидетельствует о необходимости учебно-методической деятельности в данной области.

Ключевые слова: искусственный интеллект, оборотные средства, нормирование, контроль.

Актуальность исследования заключается в повышении эффективности строительного производства за счет применения искусственного интеллекта при нормировании оборотных средств, а именно материалов и запасов готовой продукции на строительной площадке.

По данным исследования одной из международной консалтинговой компании превышение заложенного бюджета строительства фиксируется на 80% объектах строительства, а сроки строительства превышаются более чем на 20% [1].

В настоящее время основными методами определения запасов материалов, а также затрат на осуществление проекта являются:

1. Метод прямого расчета, заключающийся в дифференцированном расчете нормативов затрат на классы оборотных средств;
2. Опытнo-статистический метод, учитывающий тенденцию изменения объемов производства и издержки производства на основании бухгалтерского учета последних лет;
3. Коэффициентный метод, вводящие поправки в объемы материалов и затрат на работы в условиях изменения внутренних и внешних факторов [2].

Инновационные методы состоят в комплексном подходе решения актуальной проблемы эффективности строительного производства путем

комбинирования применяемых методов. Перспективным является применение искусственного интеллекта для повышения эффективности использования оборотных средств строительного производства.

Возможности искусственного интеллекта позволяют реализовать индивидуальный подход решения задачи. Учет параметров отдельных ресурсов позволяет обеспечить бесперебойность производства и минимизировать издержки, так как учитывает особенности материалов, что имеет определяющий фактор их дальнейшего эффективного использования. Этот подход дает возможность рассчитывать важность объекта оборотных средств для текущей стадии производства. Расчет сроков поставок и затрат ведется с учетом местоположения объекта, влекущее особенности транспортировки, что дает более объективную оценку в сравнении с нормативными значениями, а также отсутствие затрат времени при расчете тех же показателей ручным способом.

Анализ рынка труда и технико-коммерческих предложений с помощью искусственного интеллекта позволяет увеличить вариативность за счет доступа машины ко всей базе данных сети интернет, а также к истории бухгалтерского учета организаций, проводимых аналогичные виды работ. Такой анализ позволяет выбрать наиболее выгодное решение для реализации строительства, учесть и избежать изменение сроков выполнения строительных работ, связанное со срывом сроков поставок или нехваткой ресурсов на строительной площадке.

Учет текущего прогресса объекта строительства является передовым направлением автоматизации строительного производства. Внедрение искусственного интеллекта позволяет обрабатывать полученные данные для эффективного инжиниринга проекта и управления финансами. Одним из способов является замораживание части денежных средств при прогнозировании задержки производства на основании полученных данных о состоянии проведенных работ, что позволяет отложить сроки поставок последующих этапов строительства, а также минимизировать издержки на поиск финансирования [3,4].

Исследуемые возможные способы применения искусственного интеллекта в комплексном подходе дают возможность повысить эффективность строительства объектов различного масштаба.

Проблематика использования искусственного интеллекта заключается в ряде необходимых предметов для исследований:

1. Набор данных для обучения искусственного интеллекта
2. Правовое регулирование применения
3. Анализ ошибок вычислений искусственным интеллектом

Данные проблемы возможно решить путем проведения учебно-методической работы для подготовки квалифицированных специалистов в

области разработки массива данных для машинного обучения и дальнейшего использования результатов, генерируемых искусственным интеллектом.

На основе анализа возможности применения искусственного интеллекта для нормирования оборотных средств был сделан вывод о необходимости комплексного развития способов цифровизации строительной отрасли и инновационных решений машинного обеспечения для достижения высокой эффективности строительного производства.

Список литературы

1. Imagining construction's digital future. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/imagining-constructions-digital-future>. Дата обращения 03.09.2025
2. Экономика и организация производства : практикум / сост. Е. В. Комиссарова. – Пенза : Изд-во ПГУ, 2022 – 214 с.
3. Ilin, I., Maydanova, S., Levina, A. Strategic Approach to Working Capital Management of a Construction Company Based on Machine Learning // Proceedings of the 35th International Business Information Management Association Conference (IBIMA). – 2020. – P. 11245-11255.
4. Петров А.Н., Сидоров В.В. Применение методов машинного обучения для прогнозирования денежных потоков в инвестиционно-строительных проектах // Экономика строительства. – 2021. – № 4(46). – С. 52-61.

МЕТОДОЛОГИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В КУРСЕ КОЛОРИСТИКИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ В ИСТОРИЧЕСКОМ ЦЕНТРЕ ГОРОДА.

Грекова А.И.,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»,
Оренбург**

Ключевые слова: колористика города, архитектурная среда, колористическая организация архитектурной среды.

Колористическая культура сегодня как никогда является необъемлемой частью архитектурной профессии. В архитектурной практике одной из важных составляющих творческого процесса является общее понимание законов колористики, умение адекватно оценить как цветовой климат города, так и соответствие цветности проектируемого объекта в конкретном средовом контексте. Нередко именно удачная колористическая организация пространства в органичном сочетании с колоритом местности или исторической застройки создает тот неповторимый архитектурный и градостроительный ансамбль, который составляет главную ценность и идентичность места или города. История архитектуры знает тому немало примеров, например, таких, как панорамные виды города Дубровник в терракотово-охристых тонах на ярком фоне лазурного неба и моря, или цветной город Гуанахуато в Мексике, где панорама города выглядит как многоцветное художественное полотно в стиле суперграфики.



Рисунок 1. Мексика, квартал города Пачука-де-Сото. Фото из открытых источников.



Рисунок 2. Хорватия, панорама города Дубровник. Фото из открытых источников.

Все больше внимания архитекторов, дизайнеров и проектировщиков привлекает такая тема, как концепция регулирования цветового климата городов. И это неслучайно, так как пространственная среда и структура городов, характера и стиля их застройки дифференцируется и усложняется многократно, и, порой, в условиях длительной эволюции города не находится более удобного и реализуемого способа соединить его разрозненные и компоненты в единую гармоничную композиционно целостную картину. И кроме того, проблемы субъективного восприятия цвета оказываются особенно важными в художественном воспитании, искусствоведении, архитектуре и для художников.¹

Вместе с тем, научно-методологическая основа проектирования колористики в структуре городского пространства, пока разработана недостаточно и нуждается в практическом и исследовательском развитии. В значительной степени она опирается на труды А. Ефимова, О. Хайек, С.Хан-Магомедова, И. Иттена, С.Михайлов и ряда других авторов. Однако, по мнению Кошкина Д.Ф., «опыт применения цвета в дизайне архитектурной среды в достаточной мере не изучен и не систематизирован».²

В этой связи подготовка архитекторов и архитекторов-дизайнеров в структуре дисциплины «Колористика в проектировании городской среды» кафедрой архитектуры ОГУ дает определенные знания и некоторый практический проектный опыт. Рабочая программа дисциплины «Колористика в проектировании городской среды» для студентов специальности 07.03.03 (дизайн архитектурной среды) и 07.03.01 (архитектура) предусматривает ряд практических заданий по исследованию роли цвета в предметном наполнении архитектурной среды, особенностей колористики в формообразовании объектов городского дизайна, изучение опыта проектирования комплексного архитектурно-художественного оформления, проектов колористических концепций и дизайн-кодов ряда городов. Также на основе анализа материалов, полученных из проектных, статистических и литературных источников, натурных обследований памятников истории и архитектуры с их аутентичной колористикой, предусматривается выполнение колористического моделирования и экспериментального колористического проектирования предметно-пространственной среды отдельных участков города.

В теоретическом разделе дисциплины изучаются следующие разделы:

- основы и закономерности цветоведения, теории цвета, особенности восприятия цвета;
- эмоционально-психологическая,
- композиционно-декоративная и другие функции цвета,
- новая модель цифрового цвета, цифровые цветовые модели, используемые в цифровой компьютерной графике

¹ Иттен И. Искусство цвета. Пер. с нем. -М.: Изд. Д.Аронов, 2000. -96 с.; ил.

² Кошкин Д. Ф. Принципы колористической организации объектов дизайна архитектурной среды. Тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 18.00.01

- возможности колористической организации объемно-пространственной формы,
- функционально-обоснованное использование цвета в архитектуре и дизайне,
- средства цветовой гармонизации архитектурной формы;
- цветовая гармонизация в градостроительстве
- современные методы формирования цветовой среды с учетом особенностей архитектурного контекста;
- принципы колористической организации объектов архитектурной среды с учетом их средовой обусловленности и особенностей их эксплуатации на основе метода системно-структурного подхода.

В практическом проектировании выполняются анализ цветового стиливого ареала архитектурного объекта и его окружения

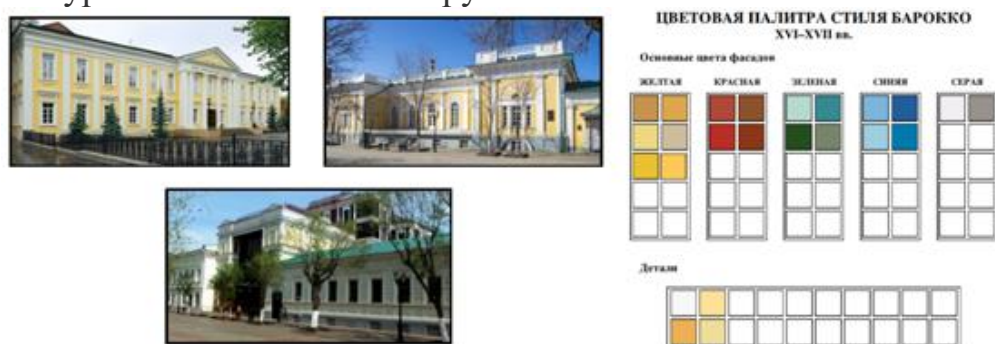


Рисунок 3 – Стилистический цветовой ареал стиля барокко в Оренбурге.



Рисунок 4 – Стилистический цветовой ареал стиля модерн в Оренбурге. (Студенческая работа).

Студентами выполняются серии колористических паспортов фасадов исторических зданий - памятников архитектуры с учетом контекста окружающей застройки и предметного наполнения среды. Обоснование

использования цвета «как компонента, влияющего на формообразование, восприятие пространства, создание целостной архитектурной среды»³.



Рисунок 5 – Анализ условий визуализации объекта и колористический паспорт здания. (Студенческая работа)

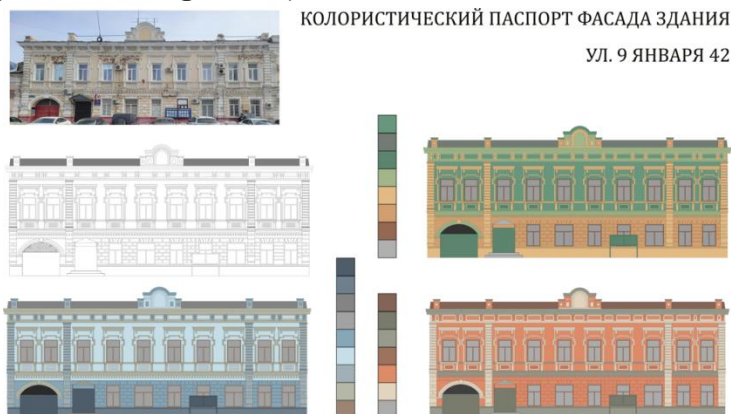


Рисунок 6 – Анализ условий визуализации объекта и варианты колористического решения фасада здания. (Студенческая работа)

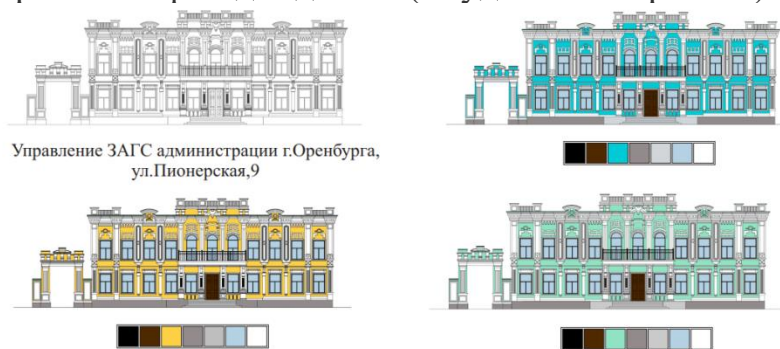


Рисунок 7 – Анализ условий визуализации объекта и варианты колористического решения фасада здания ЗАГСа по ул. Пионерской,9. (Студенческая работа)

³ Ефимов А.В. Архитектурная колористика: Дис. в форме научного доклада., докт. архитектуры. М., 1992



Рисунок 8 Проект колористического решения застройки улицы Советской в Оренбурге. (Студенческая работа)

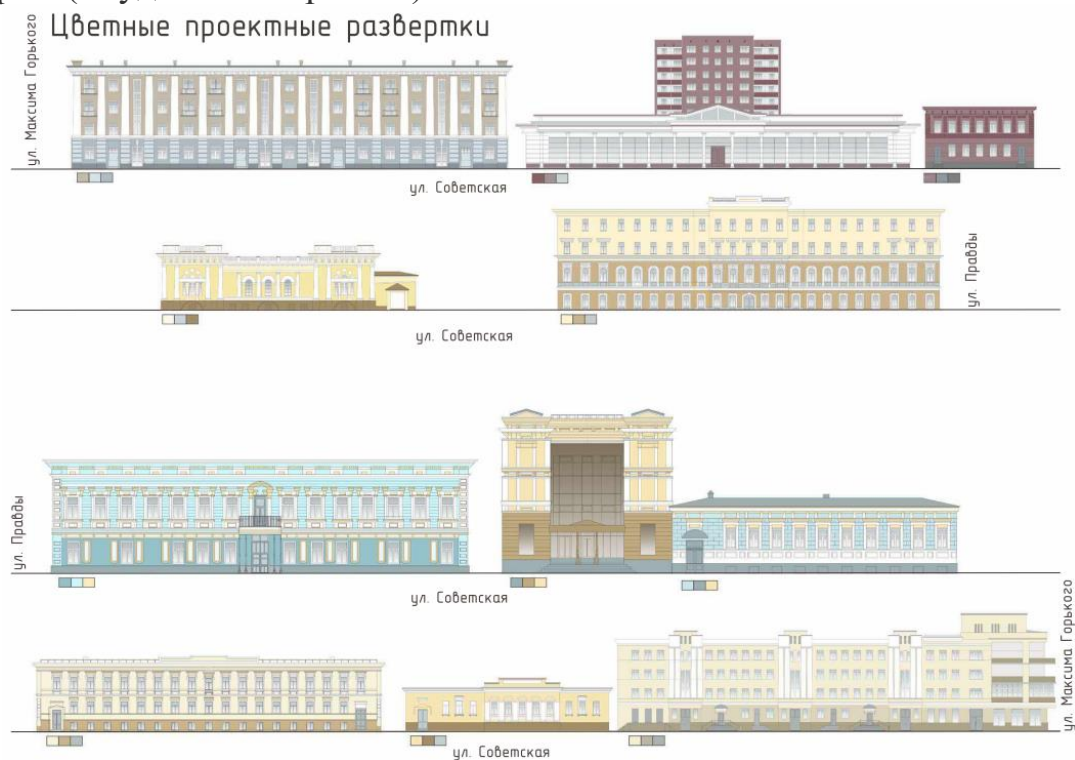


Рисунок 9 – Проект колористического решения застройки улицы Советской в Оренбурге. (Студенческая работа)

А также выполняется проект колористического решения квартала застройки квартала по проспекту Победы комплекса ОГУ.

Цветные проектные 3D виды объекта



Рисунок 10 – Проект колористического решения квартала учебного городка ОГУ по проспекту Победы в Оренбурге. (Проект студентки 2 курса Иргизбаевой Алины)

Цветные проектные развертки объекта



Рисунок 11 –Развертки застройки квартала учебного городка ОГУ. (Студенческая работа)

Проект колористического решения квартала выполняется с 3D моделью и развертками по 4 улицам, ограничивающим квартал, с учетом условий восприятия, освещенности и ориентации по сторонам света, а также

неоднородности застройки по этажности, стилевым характеристикам, плотности застройки, и принадлежности ее к различным функциональным зонам.

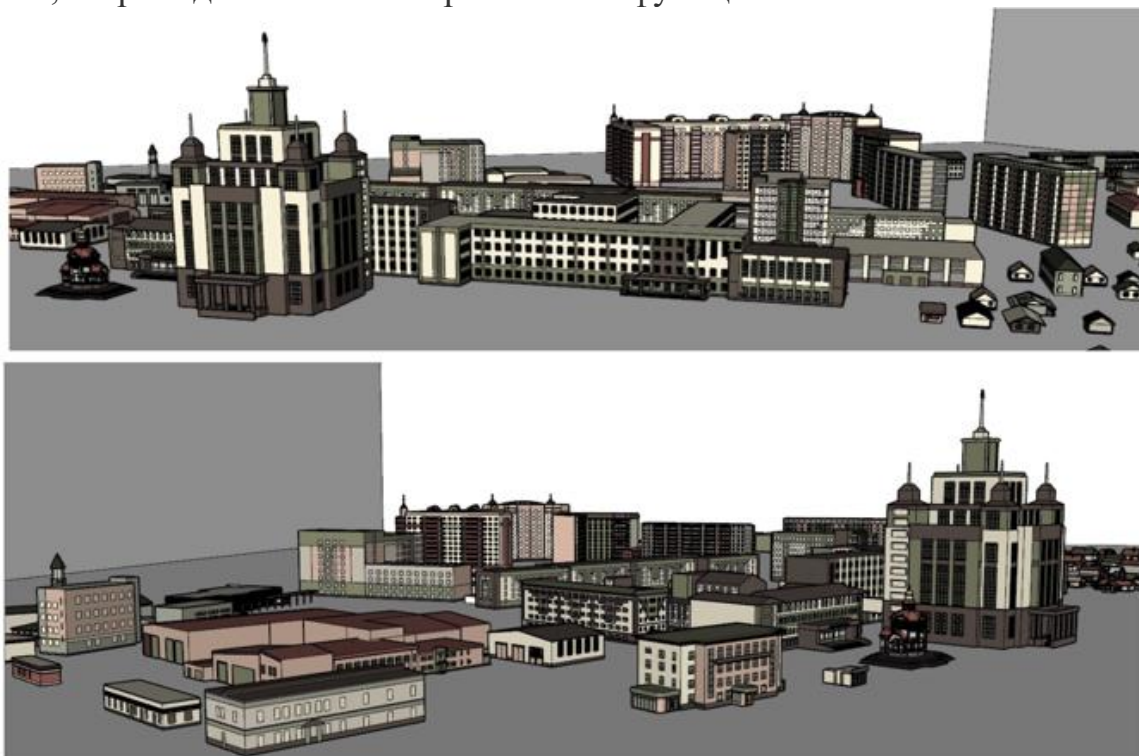


Рисунок 12 – Проект колористического решения квартала учебного городка ОГУ по проспекту Победы в Оренбурге. (Проект студентки 2 курса Тяповой Екатерины)

Проект выполняется на основе метода системно-структурного анализа с учетом средовой обусловленности, положением в структуре города, и особенностей эксплуатации. Основной задачей в этом случае является создание композиционного единства, гармонизация общего колорита, нейтрализация диссонансных элементов.

Защита проекта концептуальной колористической модели квартала и принципов колористической организации архитектуры и объектов дизайна способствует более осмысленному подходу к проектному решению и выработке собственных авторских приемов и техник.

Принципы и методология проектной и исследовательской работы по предложенной программе курса могут стать основой для выработки единой методики колористической организации городской среды, элементов дизайна и предметного наполнения города и для практического решения задач по колористике.

Список литературы

1. Ефимов А.В. Формирование цветовой среды города. -Архитектура СССР, 1978, №9, с. 5-10.
2. Ефимов А.В. Колористика города. М.: Стройиздат, 1990. - 272 с.
3. Ефимов А.В. Архитектурная колористика: Дис. в форме научного доклада., докт. архитектуры. М., 1992
4. Иттен И. Искусство цвета. Пер. с нем. -М.: Изд. Д.Аронов, 2000. -96 е.; ил.

5. Кошкин Д. Ф. Принципы колористической организации объектов дизайна архитектурной среды. Тема диссертации и автореферата по ВАК РФ 18.00.01

«СМАРТ-ОКНА» - СОВРЕМЕННЫЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ
Иванова А.П. д-р техн. наук, профессор, Делигирова В.В. канд. техн. наук,
Гуныко Н.М. аспирант,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация: рассматриваются виды, принцип действия, характеристики, свойства, функциональные и конструктивные особенности смарт-окон. Возможности и перспективы разработки и применения их для создания комфортных условий в помещении.

Ключевые слова: смарт-окна, энергохромность, энергоэкономия, ресурсосбережение

Современные инженерные системы включают дополнительные функции к традиционно используемым, таким как отопление, кондиционирование, освещение, газо- и водоснабжение, водоотведение, вентиляция.

Рассмотрим такие, как смарт-окна.

В зданиях утечка тепла происходит в большей степени через оконные проемы, поэтому уменьшение этих потерь ведет к ресурсосбережению. Применение смарт-окон позволяет решить следующие задачи: создать комфортные условия по освещенности, в соответствии с требованиями СНиП и сократить потери тепла в помещении.

Комфортные условия должны обеспечивать инсоляцию в пределах нормы, снижать ослепленность и блескость в период использования естественной освещенности. Часть этих задач можно решить за счет применения смарт-окон.

На данный период времени уже обозначены виды и особенности смарт-окон [1], которые могут менять свои характеристика и свойства под воздействием внешних условий, например, электрического тока, света, температуры, влажности. При выборе конструкции смарт-окна, следует руководствоваться целью и условиями их применения. Существующие модели отличаются принципом действия, используемым материалом.

Принцип действия смарт-окна основан на изменении светопропускания, за счет прозрачности стекла. Особенность конструкции заключается в структуре стекла, имеющего трехслойную основу, иначе говоря, между двух стекл помещают специальную пленку, в которой размещены жидкие кристаллы [2]. Под воздействием низкого электрического тока (12, 24, 48 В) кристаллы упорядочиваются, и стекло становится прозрачным, после отключения тока кристаллы движутся хаотично и стекло становится матовым, но свет через него проникает. Эксплуатация такого стекла, то есть переключение режимов с прозрачного на матовый, около 30 миллионов раз, а расход энергии приблизительно 4 Вт на один квадратный метр освещаемой площади. При изготовлении такого смарт-окна пленка может иметь разную основу, то есть материал.

В настоящее время используют такие жидкокристаллические пленки, как:

TPU (пленки из термопластичного полиуретана);

EVA (этиленвинилацетатные пленки);

PVB (поливинилбутиральные пленки).

Их светопропускание на несколько процентов ниже, чем у оконного стекла.

В конструкцию смарт-стекла могут добавляться красители различных оттенков с декоративными рисунками, а также бронировочные пленки для повышения его прочности.

Несмотря на то, что технологии изготовления смарт-окон находятся на стадии разработок, уже существуют некоторые их разновидности, имеющие определенные маркировки, например:

SPD – имеет внутреннюю пленку с жидкими кристаллами в виде стержней, которые в хаотичном состоянии создают матовую основу, а под действием тока выстраиваются параллельно друг другу и создают прозрачное поле.

ECD – смарт-стекло с нанесенным покрытием слоя ионов лития. Это электрохромное, энергоэкономное стекло, в котором электрический ток нужен только для переключения режимов – прозрачный, цветной, матовый и даже полуматовый.

LCD – это сегментированное стекло, внутри которого помещается смесь из полимеров и кристаллов. Режим матовости происходит при отсутствии воздействия электрического тока, а при токопроводности, за счет нанесения слоя прозрачного проводника, стекло проявляет прозрачность. Особенностью данного стекла является возможность не только светопроводность, но и теплопроводность, при нанесении на поверхность специальных дополнительных слоев и красителей.

Все эти смарт-стекла имеют широкий спектр применения, в первую очередь в строительстве, в установке офисных перегородок, оформление витрин, витражей, зимних садов, галерей, мансард, альтернатива жалюзи, штор и затемнений и т.д.

Из-за некоторой дороговизны и энергоемкости, смарт-окна пока не востребованы, но при дальнейшем совершенствовании технологий и снижении цен, перед ними открываются перспективы, так как материал смарт-стекла достаточно универсален, обладает прочностными характеристиками, шумоизоляцией, защитой от ультрафиолетовых лучей [3].

Весьма популярны окна с серебряным покрытием и даже с двойным серебряным покрытием DS (Double Silver) [4], которые защищают от длинноволнового ультрафиолета в разы больше обычного стекла, создавая комфортные условия предотвращающие снижение иммунитета, при этом происходит блокировка и инфракрасного света. Специальное покрытие выполняет функцию солнцезащиты в летний период и усиленной теплоизоляции в зимний (Рисунок 1).

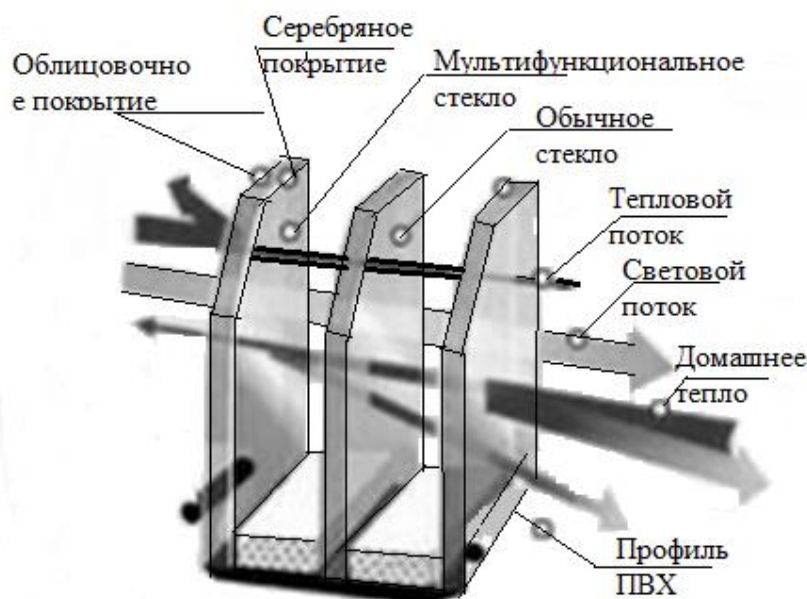


Рисунок 1-Серебряное окно

Солнечные лучи, попадая в помещение, при инсоляции, через такое смарт-окно, блокируют выделение формальдегида из предметов интерьера и не приводят к выгоранию их поверхности. Еще одной особенностью таких окон является защита от образования конденсата, соответственно снижение влажности можно расценивать, как борьба с возникновением плесени.

Весьма интересным вариантом является мультифункциональное стекло из многослойного (до 10 слоев) материала, который подбирается в зависимости от требований и может состоять из атомов серебра или хрома (для отражения световой и тепловой энергии). Дополнительная обработка нитритами и оксидами позволяет менять цветовую гамму, пропускную способность света, зеркальность. Фасады зданий с оконными проемами, заполненными мультифункциональными окнами, отличает великолепный зеркальный дизайн и хорошая шумоизоляция (снижает шум на 25-30 дБ).

Немаловажным свойством считается опция самоочищения от пыли и грязи, а также блокировка видимости снаружи, что актуально, в частности, для нижних этажей зданий.

В настоящее время работа по совершенствованию смарт-окон продолжается и идет в направлении снижения энергозатратности, для этого необходимо, чтобы смарт-окна могли обеспечивать себя энергией в результате переработки солнечного света с возможностью накопления ее и передачи другим устройствам.

Список литературы

1. Гунько Н.М. Функциональность органического стекла как альтернатива силикатного/ Н.М. Гунько, А.И. Калужина, А.П. Иванова / В сборнике: Наука, образование, транспорт: актуальные вопросы, приоритеты, векторы

взаимодействия. материалы II Международной научно-методической конференции. Оренбург, 2023. С. 47-51.

2. Закируллин Р.С. Моделирование притока тепла от солнечной радиации через решеточные смарт-окна // Р.С.Закируллин, И.А. Оденбах, Н.М. Гунько, Н.А. Горьков, В.А. Гирин, Е.А. Пикалова. Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 3. С. 132-139.

3. Zakirullin R.S Double-grating optical filter for smart windows// R.S. Zakirullin, I.A. Odenbakh, N.M.Gunko, V.A. Girin. Third International Conference on Optics, Computer Applications, and Materials Science (CMSD-III 2023). Washington, 2024.

4. https://m-strana.ru/articles/multifunktsionalnoe-steklo/?ysclid=mf54aobnk2813318053&utm_source=copy&utm_medium=direct&utm_campaign=copy_from_site

ИНЖЕНЕРНЫЕ СИСТЕМЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В СОВРЕМЕННОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Иванова А.П. д-р техн. наук, профессор, Васильева М.А. канд. техн. наук, доцент, Гунько Н.М. аспирант,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»,

**Межуева Л.В. д-р техн. наук, профессор,
Отдел геоэкологии ОФИЦ УрО РАН**

Аннотация: рассмотрены основные инженерные системы в строительстве с современными направлениями совершенствования и использованием инновационных технологий для ресурсосбережения. При этом нормальное функционирование всех инженерных систем, должно быть обеспечено внедрением инженерных систем автоматизации.

Ключевые слова: энергоэффективность, ресурсопотребление, «Умные кондиционеры».

Жилые дома, промышленные объекты должны обладать определенным комфортом, необходимой функциональностью, экологичностью, безопасностью, энергоэффективностью, экономической целесообразностью. Для уменьшения проблем при эксплуатации таких объектов следует осуществлять правильный выбор и монтаж инженерных систем и оборудования при проектировании.

Известно, что к современным инженерным системам и оборудованию обеспечивающим безаварийную эксплуатацию зданий, относят: газоснабжение, водоснабжение и водоотведение, отопление, вентиляцию и кондиционирование воздушного пространства, энергообеспечение и освещение, использования лифтового хозяйства с автоматизацией и диспетчеризацией, а также возможность подключения информационной сети и других видов коммуникаций [1].

Соответственно, более сложные инженерные системы приводят к удорожанию проекта. При современном проектировании инженерных систем необходим комплексный подход, учитывающий потребление ресурсов, энергоэффективность и стоимостные калькуляции. Ошибки, допущенные в процессе проектирования, сложно ликвидировать, а иногда являются неустраняемыми. Поэтому на начальном этапе следует дать аналитическую оценку специфическим особенностям сооружения и провести расчет ресурсопотребления. При разработке рабочей документации необходимо подобрать оптимально работающее оборудование и спланировать системы контроля. Современные проекты требуют новых подходов к проблеме повышения эффективности инженерных систем, поэтому начинают использоваться нано технологии и инновационные инженерно-технические решения.

Основные виды внутренних инженерных систем в строительстве зданий, можно представить в виде схемы, рисунок 1.



Если рассматривать климатические зоны России, находящейся в северном полушарии с отопительным сезоном, длящимся 6-8 месяцев, то следует отметить, что система отопления является одной из основных инженерных систем зданий [2]. В большинстве городов используется центральная система теплоснабжения от ТЭС, но в связи с увеличением городских массивов, прирастающих за счет новых микрорайонов, намечается перехода к индивидуальному отоплению. Иногда к домовому, с установкой крышных котельных для отдельных домов или мини котельных для небольшого микрорайона, а при малоэтажном строительстве отопительное оборудование может устанавливаться в каждой квартире.

Мировой опыт показывает, что для малогабаритных строений целесообразно использовать возобновляемые источники энергии - солнечные батареи, ветряки. Выбор оптимальной системы отопления должен учитывать площадь помещений, климатические особенности, доступность расположения энергоресурсов и экономические возможности.

Обязательным элементом для любого здания является система вентиляции, без которой невозможно удаление отработанного воздуха, наполненного

вредностями (от производственной деятельности), результатами жизнедеятельности человека, повышенной влажностью. К сожалению, естественная вентиляция, работающая за счет разности давлений теплого и холодного воздуха, не может быть использована во всех проектируемых объектах, поэтому применяется механическая вентиляция, требующая дополнительных затрат (на вентилятор и оборудование для его монтажа), тепловые пушки.

Офисным и общественным зданиям необходимы системы автоматического регулирования микроклимата, климатконтроль.

Инновационная система «Умный дом» способна управлять климатом, обеспечивать качество воздуха, контроль влажности, установленную температуру и т.д.

В соответствии с ГОСТ Р 71545-2024 устанавливаются новые стандарты энергосбережения для многоквартирных домов, с комплексом требований по энергоэффективности и ужесточением минимальных стандартов.

Разнообразие применяемых кондиционеров включает: настенные, мультисплит – системы, кассетные, канальные (скрытая установка) кондиционеры, напольно-потолочные, мобильные (со свободой перемещения), оконные, инвенторные (снижают потребление на 35% при постоянной работе), а также «Умные кондиционеры» с Wi-Fi управлением [3,4].

Наиболее широко применяемые - настенные кондиционеры, которые имеют ряд преимуществ, такие как возможность работы на охлаждение, обогрев и осушение. Территориально их можно размещать в произвольном месте помещения, с возможностью управления пультом (можно запрограммировать на включение в любое удобное время), при их высокой мощности отмечается бесшумность работы внутри здания. Настенные кондиционеры имеют некоторые недостатки, такие как: сложный монтаж, требующий профессиональной установки и обслуживания (особенно в многоэтажных зданиях), а также отсутствие притока свежего воздуха (нужна функция дополнительного проветривания).

Немаловажное значение в настоящее время имеет очистка воздуха в помещении. Одной из наиболее эффективных, на современном этапе, можно считать плазменную систему очистки, которая базируется на смене заряда патогенных частиц, вынуждая их выпадать в осадок, при этом генератор холодной плазмы вырабатывает активные ионы, которые нейтрализуют вредные вещества на 90%.

В связи с повышенной аллергенностью населения (особенно детей), появилась необходимость многоступенчатой фильтрации воздуха с использованием антибактериальных фильтров (угольных, катехиновых, фотокаталитических и др.), наиболее результативными, из которых являются фильтры, на основе ионов серебра с эффектом подавления размножения плени при обеззараживании воздуха.

Оптимизировать потребление энергии можно за счет использования «Умных кондиционеров», которые могут удаленно от потребителя

контролировать микроклимат и автоматически регулировать режимные параметры включения и выключения системы в целом.

Следует отметить, что существующая повестка, направленная на снижение парниковых выбросов, может быть реализована за счет использования экологических хладагентов, например R 32.

Для комфортной эксплуатации зданий применяют слаботочные инженерные системы [5]. Если раньше существовали только телекоммуникации и телефонная связь (не в каждом доме, подъезде), то современные требования включают подключение домофона, видео камеры, интернета, систем пожарной сигнализации, оповещения. Пожарная сигнализация, обеспечивающая безопасность, посредством системы оповещения позволяет не только информировать людей о начале пожара, но и во избежание жертв, направить их к аварийному выходу. Устанавливаются различные варианты датчиков и контроллеров, реагирующих на задымленность, повышенную температуру, угарный газ. В учреждениях устанавливают блокировки на двери, закрывающие отдельные отсеки для пресечения распространения огня.

В связи с тем, что самым распространённым видом топлива, самым дешевым и доступным является газ, то для теплоснабжения, приготовления пищи используются инженерные системы газоснабжения. Сложность при проектировании газоснабжения заключается при оформлении и согласовании документации, сертификатов, лицензий.

Для нормального функционирования всех инженерных систем необходимо внедрение инженерных систем автоматизации. Использование датчиков специального назначения, позволяет многим инженерным системам работать в экономном и безопасном режиме. Например, датчики температуры в помещении могут отключать и включать котел и насосы[6].

Поэтому, в современном строительстве, инженерные системы автоматизации применяют как в теплоснабжении, так и в вентиляции, кондиционировании, освещении для энергосбережения при эксплуатации зданий.

Список литературы

1. Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений [Текст]: учебник для вузов / под ред. Ю.П. Соснина. - М.: Высш. шк., 2001. - 415 с. : ил. - ISBN 5 – 06 – 003827 – 0.
2. Еремкин А.И. Тепловой режим зданий [Текст] : учеб. пособие / А.И. Еремкин, Т.И. Королева. - М.: АСВ, 2001. - 368 с. : ил - ISBN 5 – 93093 – 040 – 6.
3. Кокорин О.Я. Современные системы кондиционирования воздуха. М.: Физматлит, 2003. 350 с.
4. Энергосбережение: журнал. - М.: Агентство "Роспечать", 2021.
5. <http://www.rosteplo.ru> - Информационная система по теплоснабжению.

6. <http://www.abok.ru> - Некоммерческое Партнерство "Инженеры по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, теплоснабжению и строительной теплофизике" (НП "АВОК").

ПОТЕНЦИАЛ ТЮЛЬГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ДЛЯ РАЗВИТИЯ КИРПИЧНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

**Гурьева В.А., доктор технических наук, доцент, Вожаев Д.С., аспирант,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: керамический кирпич остаётся одним из ключевых строительных материалов на рынке благодаря своей прочности, долговечности и экологичности. В статье рассматриваются возможности организации производства кирпича на базе месторождения, содержащего запасы глин и бурого угля, расположенного в Тюльганском районе Оренбургской области. Проведённые исследования подтвердили соответствие сырья требованиям нормативных документов на сырьё для производства керамического кирпича, а использование бурого угля позволяет снизить энергозатраты и улучшить теплоизоляционные свойства стеновых изделий. Реализация проекта имеет важное социально-экономическое и экологическое значение для региона.

Ключевые слова: керамический кирпич, глины, бурый уголь, Тюльганское месторождение, производство кирпича

Керамический кирпич занимает ведущее место среди стеновых строительных материалов, оставаясь востребованным продуктом в гражданском и промышленном строительстве благодаря своей прочности, длительности эксплуатации и экологичности. По данным Росстата, в 2024 году объём производства керамического кирпича в России составил 5,6 млрд условных кирпичей, показав рост на 2,8 % по сравнению с 2023 годом [1].

Оренбургская область, несмотря на наличие значительных запасов глин и бурого угля, в настоящее время не располагает действующими заводами по производству керамического кирпича. Это обусловлено как технологическими сложностями переработки местного сырья, так и отсутствием инвестиций в модернизацию кирпичного производства. В то же время регион входит в состав Приволжского федерального округа, который традиционно считается одним из ведущих центров производства строительных материалов в стране [2]. На его территории сосредоточено значительное количество предприятий стройиндустрии, что формирует высокий спрос на сырьё для производства кирпича и создаёт благоприятные условия для развития новых производственных мощностей.

На этом фоне особенно актуальной становится задача вовлечения местных природных ресурсов в промышленную переработку с целью создания производственной базы на территории области. Тюльганское месторождение

(Рисунок 1), располагающее запасами красных и белых глин, а также бурого угля, потенциально может стать ключевым звеном в формировании сырьевой платформы для организации регионального производства керамического кирпича. Запасы сырьевых компонентов исследуемого месторождения приведены в Таблице 1.



Рисунок 1 – Тюльганское месторождение

Таблица 1 – Запасы сырья Тюльганского месторождения

Вид сырья	Запасы	Особенности
Красная глина	7,175 млн. м ³	Высокая пластичность, низкое содержание примесей
Белая глина		Мелкодисперсная структура, высокое содержание каолинита
Бурый уголь	162,18 млн. т.	Высокая влажность, высокая пористость

Результаты лабораторных испытаний подтверждают, что все три компонента могут быть использованы в составе керамической массы для изготовления кирпича, соответствующего требованиям [3] по критериям:

- прочности;
- морозостойкости;
- водопоглощению;
- геометрическим параметрам.

На основе физико-химических и термических анализов образцов глин и угля Тюльганского месторождения можно сделать следующие выводы:

- красная глина обеспечивает плотность и прочность изделия-сырца [4];
- белая глина позволяет улучшить пластичность формовочных масс [5] и снизить температуру обжига на 50-100 °C [6];
- бурый уголь, выгорая в процессе обжига, способствует образованию микропористой структуры, что согласуется с результатами авторов [7, 8]. Вследствие модификации структуры снижается масса кирпича на 8-15%, повышаются его теплоизоляционные свойства, а также в целом уменьшается расход основного топлива на 10–20%.

Таким образом, с технологической точки зрения глины исследуемого месторождения пригодны для получения формовочных масс, обеспечивающих эксплуатационную прочность и долговечность изделий, а использование бурого угля в составе массы способствует улучшению теплоизоляционных свойств и снижению энергозатрат на обжиг [9]. Дополнительным преимуществом является транспортная доступность района, что упрощает доставку сырья и готовой продукции.

Наличие таких производственных мощностей потенциально может дать запуск кирпичного производства в Оренбуржье, что позволит снизить зависимость региона от внешних поставок, создать новые рабочие места и стимулировать развитие смежных отраслей. Реализация проекта будет способствовать повышению уровня обеспеченности области собственными строительными материалами.

Социально-экономический эффект выражается не только в развитии производственной инфраструктуры, но и в повышении инвестиционной привлекательности территории. Наличие действующих карьеров формирует основу для последующего расширения производственных мощностей и комплексного использования природных ресурсов.

С экологической точки зрения вовлечение бурого угля и других местных компонентов в производственный цикл способствует более рациональному использованию природного местного сырья и снижению негативного воздействия на окружающую среду вследствие уменьшения потребности в

завозных энергоносителях и возможности применения отходов в качестве добавок.

Таким образом, отсутствие кирпичных заводов в Оренбургской области при наличии значительной сырьевой базы усиливает актуальность создания собственного производства керамического кирпича. Реализация такого проекта, сочетающего технологическую целесообразность, экономическую выгоду и социальную значимость, может стать важным направлением развития строительной индустрии региона.

Список литературы

1. Эффективность экономики России: Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. Росстат. Строительный комплекс российской федерации в 2024 году. URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 10.08.2025).
2. Хмызов А.С., Хрусталева Б.Б., Попова И.В. Исследование состояния и перспектив развития индустрии строительных материалов в регионах Приволжского федерального округа // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 1-1.
3. ГОСТ 530- 2012 Кирпич и камень керамические. Общие технические условия. Разработан ассоциацией производителей керамических материалов (АПКМ). Обществом с ограниченной ответственностью «ВНИИСТРОМ «Научный центр керамики» (ООО «ВНИИСТРОМ «НЦК»). - Москва: ФГУП «СТАНДАРТИМФОРМ». – 2012. – 32 с.
4. Вожаев Д.С., Гурьева В.А. Исследование возможности применения продуктов разработки Тюльганского месторождения в производстве керамического кирпича // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. №10 (148).
5. Гурьева В.А., Вожаев Д.С. Композитные стеновые керамические материалы на основе продуктов месторождения Тюльганского угольного разреза // Строительные материалы. 2025. № 4. С. 15–20.
6. Пат. RU2310624C2 Российская Федерация C04B 33/13. Сырьевая смесь для изготовления керамических изделий / Харьков В.Г.; заявитель и патентообладатель Екатеринбург, ВНИИМТ, патентный отдел - № 2005120950/03; заявл. 04.07.05; опубл. 20.01.07, Бюл. № 32. – 6 с.
7. Гурьева В.А., Вожаев Д.С. Предпосылки применения глин и бурого угля тюльганского месторождения оренбургской области в производстве керамического кирпича // Наука. Инновации. Будущее - 2024: сборник статей II Международной научно-практической конференции (15 декабря 2024 г.). — Петрозаводск: МЦНП «НОВАЯ НАУКА», 2024. — 418с.

8. Турчанинов В. И., Солдатенко Л. В. О возможности производства лицевого керамического кирпича в Оренбургской области // Промышленное и гражданское строительство. 2017. - № 11. - С. 61-65.

9. Абдрахимова Е.С. Использование отходов углеобогащения и межсланцевой глины в производстве керамического кирпича // Уголь. - № 7. - 2021. - С. 52-55.

РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ В ТУРКМЕНИСТАНЕ

Гылыджов Г., преподаватель,

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан

Аннотация. Статья посвящена анализу состояния и развития строительной отрасли и архитектуры в Туркменистане с точки зрения образования, науки и практики. Рассматриваются образовательные программы в области строительства и архитектуры, научные исследования и инновации, внедряемые в строительную практику, а также современное состояние отрасли с точки зрения проектирования, инженерных решений и городского планирования.

Ключевые слова: научные исследования, практика, инженерные технологии, городское планирование, инновации, устойчивое развитие.

Строительство и архитектура являются ключевыми сферами, формирующими облик современных городов и инфраструктурное развитие страны. В Туркменистане эти отрасли находятся в стадии активного развития, что связано с масштабными государственными программами модернизации городов, строительством жилых и общественных объектов, а также внедрением инновационных технологий в проектирование и строительство. Эффективное развитие строительной отрасли напрямую зависит от качества подготовки специалистов, научных исследований, внедрения передовых инженерных решений и соблюдения современных стандартов безопасности и устойчивого строительства.

Образование в области строительства и архитектуры играет фундаментальную роль в подготовке высококвалифицированных кадров, способных работать как на национальном, так и на международном уровнях. В Туркменистане функционируют специализированные образовательные учреждения, предлагающие программы по архитектуре, строительной инженерии, градостроительству и дизайну. Образовательные программы постепенно интегрируют современные технологии, цифровые инструменты проектирования (BIM, CAD) и принципы устойчивого строительства, что позволяет готовить специалистов, способных к инновационной и эффективной работе в профессиональной сфере.

Научные исследования в строительстве и архитектуре Туркменистана направлены на изучение современных материалов, технологий строительства, энергоэффективных решений, сейсмостойких конструкций, а также методов оптимизации проектирования и управления строительными процессами. Важным аспектом является интеграция национального опыта с международными практиками и стандартами, что способствует повышению качества архитектурных и инженерных решений.

Практическая деятельность в области строительства и архитектуры включает реализацию крупных инфраструктурных проектов, городское планирование, реконструкцию исторических объектов и разработку современных жилых комплексов. Особое внимание уделяется внедрению

инноваций, цифровизации процессов, обеспечению экологической и экономической эффективности строительства, а также соблюдению нормативов безопасности и долговечности объектов.

Введение современных стандартов и технологий в строительной отрасли Туркменистана создает условия для устойчивого развития городов и регионов, повышения качества жизни населения и улучшения инфраструктуры страны. Комплексный подход, объединяющий образование, научные исследования и практическую деятельность, позволяет формировать профессиональное сообщество, способное решать сложные задачи современной архитектуры и строительства, внедрять инновации и повышать конкурентоспособность отрасли на международном уровне [1].

Таблица 1

Основные достижения в строительстве и архитектуре Туркменистана

№	Направление	Основные достижения	Примеры проектов
1.	Образование	Внедрение BIM и CAD, современные учебные программы	Туркменский государственный институт строительства и архитектуры
2.	Наука	Исследования материалов, сейсмостойкие конструкции, энергоэффективные технологии	Лаборатории строительных материалов, научные публикации
3.	Практика	Современные жилые комплексы, инфраструктурные объекты, городское планирование	Новый городской квартал Ашхабада, реконструкция исторического центра

Современные вызовы:

1. Недостаточное внедрение инновационных технологий в малых строительных компаниях.
2. Ограниченная интеграция международного опыта в образовательные и научные программы.
3. Неравномерное развитие региональных строительных проектов.
4. Необходимость повышения стандартов устойчивого и экологически безопасного строительства [2].

Методы исследования. В данной статье использованы комплексные методы исследования, позволяющие проанализировать состояние строительства и архитектуры в Туркменистане с точки зрения образования, науки и практики. Основные методы включают:

1. Аналитический метод:
 - Изучение современных тенденций в строительной отрасли и архитектуре на основе статистических данных, официальных отчетов государственных органов и профильных организаций.
 - Сравнение национальных практик с международными стандартами и опытами других стран Азии.
2. Метод системного анализа:

- Рассмотрение строительной отрасли как комплексной социально-экономической системы, включающей образование, научные исследования и практическую деятельность.

- Определение взаимосвязей между различными элементами системы: образовательными программами, научными разработками, проектными и строительными процессами.

3. Метод наблюдения и мониторинга:

- Анализ реализованных инфраструктурных проектов, жилых и общественных зданий.

- Оценка внедрения современных технологий, инноваций и стандартов устойчивого строительства на практике.

4. Сравнительный метод:

- Сопоставление развития строительной отрасли и архитектуры Туркменистана с другими странами региона.

- Выявление сильных и слабых сторон, а также перспективных направлений развития.

5. Экспертный метод:

- Использование мнений специалистов в области строительства, архитектуры и образования для оценки текущих практик и прогнозирования перспектив развития.

6. Метод прогнозирования:

- Разработка сценариев будущего развития отрасли с учетом внедрения цифровых технологий, инновационных материалов и устойчивых строительных практик [3].

Таблица 2

Перспективные направления развития строительства и архитектуры в Туркменистане

№	Направление	Потенциал применения	Примеры
1.	Цифровизация	Проектирование, управление строительством	BIM, CAD, цифровые платформы
2.	Устойчивое строительство	Экологическая и социальная безопасность	Энергоэффективные материалы, «зеленые» технологии
3.	Международное сотрудничество	Инновации и обмен опытом	Совместные проекты, стажировки
4.	Образование	Подготовка кадров и специалистов	Новые учебные программы, курсы повышения квалификации

Использование комплексного подхода позволило получить системное представление о текущем состоянии строительства и архитектуры в Туркменистане, определить ключевые достижения, существующие вызовы и перспективные направления развития отрасли.

Анализ состояния строительства и архитектуры в Туркменистане показывает значительные достижения в области образования, науки и практики. Внедрение современных технологий, развитие образовательных программ и

научных исследований создают условия для формирования профессионального сообщества и реализации масштабных инфраструктурных проектов.

Тем не менее, сохраняются вызовы, связанные с ограниченным внедрением инноваций, неравномерным развитием регионов и необходимостью повышения стандартов устойчивого строительства. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего цифровизацию процессов, международное сотрудничество, улучшение образовательных программ и активное внедрение современных технологий и материалов.

Перспективы развития отрасли связаны с интеграцией науки, образования и практики, что обеспечивает устойчивый рост строительной отрасли, улучшение инфраструктуры и повышение качества жизни населения Туркменистана [4].

Список литературы

1. Ахмедов Т.К. Современное строительство и архитектура в Туркменистане. – Ашхабад: Туркменская академия наук, 2021. – 256 с.
2. Бекмурзаев А.Н. Образование и подготовка кадров в строительной отрасли // Вестник строительства и архитектуры. – 2022. – №3. – С. 12–28.
3. Иванов И.И. Инновационные технологии в строительстве и градостроительстве Туркменистана // Строительство и современная архитектура. – 2021. – №4. – С. 34–50.
4. Гурбанов А.М. Устойчивое развитие и энергоэффективные технологии в строительстве Туркменистана // Экология и строительство. – 2021. – №2. – С. 19–35.

РАЗВИТИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ В ТУРКМЕНИСТАНЕ: ОБРАЗОВАНИЕ, НАУКА И ПРАКТИКА

Гылыджов Г., преподаватель,

Туркменский сельскохозяйственный институт, г. Дашогуз, Туркменистан

Аннотация. Статья посвящена анализу состояния и развития строительной отрасли и архитектуры в Туркменистане с точки зрения образования, науки и практики. Рассматриваются образовательные программы в области строительства и архитектуры, научные исследования и инновации, внедряемые в строительную практику, а также современное состояние отрасли с точки зрения проектирования, инженерных решений и городского планирования.

Ключевые слова: научные исследования, практика, инженерные технологии, городское планирование, инновации, устойчивое развитие.

Строительство и архитектура являются ключевыми сферами, формирующими облик современных городов и инфраструктурное развитие страны. В Туркменистане эти отрасли находятся в стадии активного развития, что связано с масштабными государственными программами модернизации городов, строительством жилых и общественных объектов, а также внедрением инновационных технологий в проектирование и строительство. Эффективное развитие строительной отрасли напрямую зависит от качества подготовки специалистов, научных исследований, внедрения передовых инженерных решений и соблюдения современных стандартов безопасности и устойчивого строительства.

Образование в области строительства и архитектуры играет фундаментальную роль в подготовке высококвалифицированных кадров, способных работать как на национальном, так и на международном уровнях. В Туркменистане функционируют специализированные образовательные учреждения, предлагающие программы по архитектуре, строительной инженерии, градостроительству и дизайну. Образовательные программы постепенно интегрируют современные технологии, цифровые инструменты проектирования (BIM, CAD) и принципы устойчивого строительства, что позволяет готовить специалистов, способных к инновационной и эффективной работе в профессиональной сфере.

Научные исследования в строительстве и архитектуре Туркменистана направлены на изучение современных материалов, технологий строительства, энергоэффективных решений, сейсмостойких конструкций, а также методов оптимизации проектирования и управления строительными процессами. Важным аспектом является интеграция национального опыта с международными практиками и стандартами, что способствует повышению качества архитектурных и инженерных решений.

Практическая деятельность в области строительства и архитектуры включает реализацию крупных инфраструктурных проектов, городское планирование, реконструкцию исторических объектов и разработку современных жилых комплексов. Особое внимание уделяется внедрению

инноваций, цифровизации процессов, обеспечению экологической и экономической эффективности строительства, а также соблюдению нормативов безопасности и долговечности объектов.

Введение современных стандартов и технологий в строительной отрасли Туркменистана создает условия для устойчивого развития городов и регионов, повышения качества жизни населения и улучшения инфраструктуры страны. Комплексный подход, объединяющий образование, научные исследования и практическую деятельность, позволяет формировать профессиональное сообщество, способное решать сложные задачи современной архитектуры и строительства, внедрять инновации и повышать конкурентоспособность отрасли на международном уровне [1].

Таблица 1

Основные достижения в строительстве и архитектуре Туркменистана

№	Направление	Основные достижения	Примеры проектов
4.	Образование	Внедрение BIM и CAD, современные учебные программы	Туркменский государственный институт строительства и архитектуры
5.	Наука	Исследования материалов, сейсмостойкие конструкции, энергоэффективные технологии	Лаборатории строительных материалов, научные публикации
6.	Практика	Современные жилые комплексы, инфраструктурные объекты, городское планирование	Новый городской квартал Ашхабада, реконструкция исторического центра

2. Современные вызовы

5. Недостаточное внедрение инновационных технологий в малых строительных компаниях.
6. Ограниченная интеграция международного опыта в образовательные и научные программы.
7. Неравномерное развитие региональных строительных проектов.
8. Необходимость повышения стандартов устойчивого и экологически безопасного строительства [2].

Методы исследования. В данной статье использованы комплексные методы исследования, позволяющие проанализировать состояние строительства и архитектуры в Туркменистане с точки зрения образования, науки и практики. Основные методы включают:

7. Аналитический метод
 - Изучение современных тенденций в строительной отрасли и архитектуре на основе статистических данных, официальных отчетов государственных органов и профильных организаций.
 - Сравнение национальных практик с международными стандартами и опытами других стран Азии.
8. Метод системного анализа

- Рассмотрение строительной отрасли как комплексной социально-экономической системы, включающей образование, научные исследования и практическую деятельность.
- Определение взаимосвязей между различными элементами системы: образовательными программами, научными разработками, проектными и строительными процессами.

9. Метод наблюдения и мониторинга

- Анализ реализованных инфраструктурных проектов, жилых и общественных зданий.
- Оценка внедрения современных технологий, инноваций и стандартов устойчивого строительства на практике.

10. Сравнительный метод

- Сопоставление развития строительной отрасли и архитектуры Туркменистана с другими странами региона.
- Выявление сильных и слабых сторон, а также перспективных направлений развития.

11. Экспертный метод

- Использование мнений специалистов в области строительства, архитектуры и образования для оценки текущих практик и прогнозирования перспектив развития.

12. Метод прогнозирования

- Разработка сценариев будущего развития отрасли с учетом внедрения цифровых технологий, инновационных материалов и устойчивых строительных практик [3].

Таблица 2

Перспективные направления развития строительства и архитектуры в Туркменистане

Направление	Потенциал применения	Примеры
Цифровизация	Проектирование, управление строительством	BIM, CAD, цифровые платформы
Устойчивое строительство	Экологическая и социальная безопасность	Энергоэффективные материалы, «зеленые» технологии
Международное сотрудничество	Инновации и обмен опытом	Совместные проекты, стажировки
Образование	Подготовка кадров и специалистов	Новые учебные программы, курсы повышения квалификации

Использование комплексного подхода позволило получить системное представление о текущем состоянии строительства и архитектуры в Туркменистане, определить ключевые достижения, существующие вызовы и перспективные направления развития отрасли.

Анализ состояния строительства и архитектуры в Туркменистане показывает значительные достижения в области образования, науки и практики. Внедрение современных технологий, развитие образовательных программ и

научных исследований создают условия для формирования профессионального сообщества и реализации масштабных инфраструктурных проектов.

Тем не менее, сохраняются вызовы, связанные с ограниченным внедрением инноваций, неравномерным развитием регионов и необходимостью повышения стандартов устойчивого строительства. Решение этих проблем требует комплексного подхода, включающего цифровизацию процессов, международное сотрудничество, улучшение образовательных программ и активное внедрение современных технологий и материалов.

Перспективы развития отрасли связаны с интеграцией науки, образования и практики, что обеспечивает устойчивый рост строительной отрасли, улучшение инфраструктуры и повышение качества жизни населения Туркменистана [4].

Список литературы

5. Ахмедов Т.К. Современное строительство и архитектура в Туркменистане. – Ашхабад: Туркменская академия наук, 2021. – 256 с.
6. Бекмурзаев А.Н. Образование и подготовка кадров в строительной отрасли // Вестник строительства и архитектуры. – 2022. – №3. – С. 12–28.
7. Иванов И.И. Инновационные технологии в строительстве и градостроительстве Туркменистана // Строительство и современная архитектура. – 2021. – №4. – С. 34–50.
8. Гурбанов А.М. Устойчивое развитие и энергоэффективные технологии в строительстве Туркменистана // Экология и строительство. – 2021. – №2. – С. 19–35.

КАФЕДРА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ: ПРОШЛОЕ, НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ

**Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент, Макаева А.А., канд. техн. наук,
доцент, Федосеенко Г.В., Спирина А.Ю.,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Кафедра автомобильных дорог и строительных материалов (АДиСМ) образована в 2014 году приказом ректора № 604 на основании решения ученого совета университета. Основой структурного подразделения стал профессорско-преподавательский состав кафедр «Автомобильные дороги» и «Технология строительных материалов, изделий и конструкций». Заведующим кафедрой назначен канд. техн. наук, доцент Дергунов Сергей Александрович.

История кафедры автомобильных дорог (АД) берет начало в 1973 году, когда по инициативе члена-корреспондента Академии наук СССР Александра Степановича Хоментовского была начата подготовка инженеров-дорожников в Оренбургском политехническом институте. В 1978 году состоялся первый выпуск дипломированных специалистов очной формы обучения по специальности «Автомобильные дороги и аэродромы», а в сентябре 1999 года на кафедре впервые был осуществлен набор студентов-заочников.

С 1981 года выпускающая кафедра автомобильных дорог стала самостоятельным структурным учебным подразделением Оренбургского политехнического института, и первым ее заведующим стал канд. техн. наук, доцент Сергей Петрович Норкин.

В последующие годы кафедрой заведовали:

1983–1997 гг. — канд. техн. наук, доцент Владимир Иванович Майстренко;

1998–2011 гг. — канд. техн. наук, доцент Владислав Оскарович Штерн, в 2009 году ему присвоено звание «Почетный работник высшего профессионального образования Российской Федерации»;

2012–2014 гг. — канд. техн. наук, доцент Вячеслав Михайлович Николаев;

с сентября 2014 г. — канд. техн. наук, доцент Сергей Александрович Дергунов.

Научно-методическая школа, основанная на кафедре А.С. Хоментовским и его сподвижниками, получила развитие в результате научно-педагогической деятельности д-ра геол.-минерал. наук, профессора А.Я. Гаева, кандидатов технических наук, доцентов В.О. Штерна, И.М. Киянова, В.И. Гаврюшина, старшего преподавателя Е.Б. Таурит, доцента Л.М. Карташковой и др.

За годы работы на кафедре подготовлено более 1 400 инженеров-дорожников, которые внесли существенный вклад в организацию дорожно-строительного комплекса области и региона в целом. Среди выпускников кафедры — Э. М. Берлин, основатель научно-технического предприятия ОАО

«Живая вода» в Оренбурге, В. И. Лонской, советник ЮНЕСКО по строительству и эксплуатации автомобильных дорог, Д.Л. Хусид, директор ГУ «Главное управление дорожного хозяйства Оренбургской области» и др.

Важнейшую часть деятельности выпускающей кафедры автомобильных дорог составляла научно-исследовательская работа, проводимая совместно с Управлением строительства и дорожного хозяйства администрации города Оренбурга, научно-техническим центром «Промбезопасность» и **научно-исследовательским центром мониторинга зданий и сооружений** ОГУ.

Кафедра технологии строительных материалов и изделий (ТеСМИ) осуществляла подготовку инженеров по специальности «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» и бакалавров по профилю «Производство и применение строительных материалов, изделий и конструкций».

История становления кафедры в стенах вуза начиналась с организации в 1970 году предметной комиссии «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» в составе кафедры строительных дисциплин и первого набора студентов в количестве 50 человек на очную форму обучения. Председателем предметной комиссии назначен канд. техн. наук, доцент О.И. Штерн.

В 1975 году состоялся первый выпуск инженеров-строителей-технологов. В 1976 году создается специализированная кафедра проектирования и производства строительных материалов. Первым заведующим кафедрой назначен канд. техн. наук В.Т. Прожого. Силами коллектива устанавливались деловые связи с промышленными предприятиями, закладывались основы материально-технической и учебно-методической базы кафедры.

В 1980 году кафедру возглавил канд. техн. наук, доцент В.И. Турчанинов.

В 1983 году из состава кафедры выделена кафедра строительных конструкций, а кафедра проектирования и производства строительных конструкций переименована в 1986 году в кафедру «Технология строительных материалов и изделий».

С 1985 по 1987 г. исполняющим обязанности заведующего кафедрой назначена канд. техн. наук, доцент Лилия Абдуловна Маракаева.

С 1987 по 2013 г. кафедру возглавляла почетный работник высшего профессионального образования РФ, канд. хим. наук, доцент Валентина Николаевна Рубцова. В этот период сотрудниками кафедры защищены одна докторская и 3 кандидатские диссертации, опубликованы более 20 учебных пособий, 2 монографии, свыше 172 научных и научно-методических работ, выполнена госбюджетная работа «Рациональное использование сырьевых ресурсов Оренбуржья и утилизация отходов производства».

В рамках областной целевой программы «Развитие производственной базы жилищного строительства на территории Оренбургской области в 2007–2010 годах» преподаватели кафедры выполнили на конкурсной основе пять научно-исследовательских работ по разработке составов и технологии строительных материалов. Создан центр «Оренбургстройиспытания» для сертификационных испытаний строительной продукции с финансовой поддержкой администрации Оренбургской области.

В настоящее время на кафедре АДиСМ в реализации учебного процесса принимают активное участие доценты С. А. Дергунов, А. И. Кравцов, А. А. Макаева, С.А. Орехов, И.А. Оденбах, Е.А. Тарановская, С. В. Горбачев старшие преподаватели Е.Б. Таурит, А.Ю. Спирина, Г. В. Федосеенко; учебно-вспомогательный персонал: В.Н. Бабаева, П. А. Беляев.

За более чем десятилетнюю историю кафедры автомобильных дорог и строительных материалов подготовлено 414 бакалавров и 193 магистра по программам дорожного строительства. Номенклатура и динамика выпуска представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Номенклатура и динамика выпуска кафедры автомобильных дорог и строительных материалов.

Наименование	Год выпуска										Всего
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	
Бакалавриат (профиль: Автомобильные дороги (очное))	21	21	19	15	20	18	15	22	12	21	184
Бакалавриат (профиль: Автомобильные дороги (заочное))	0	5	16	15	21	12	8	10	17	6	110
Бакалавриат (профиль: Производство строительных материалов, изделий и конструкций)	12	12	13	0	13	8	6	0	6	7	77
Бакалавриат (профиль: Автодорожные мосты и тоннели)	0	0	0	11	17	10	0	5	0	0	43
Магистратура (программа: Проектирование автомагистралей и управление проектами)	0	0	20	17	11	11	15	13	16	12	115
Магистратура (программа: Ресурсо- и энергосберегающие технологии в строительном материаловедении)	0	0	8	12	10	14	11	9	6	8	78

Ведущим фактором развития кафедры является созданный в 2003 г. испытательный центр «Оренбургстройиспытания», деятельность которого определяет возможность дополнительного финансирования образовательного процесса и развития творческой инициативы молодежи.

В 2018, 2021 и в 2023 г. испытательный центр «Оренбургстройиспытания» участвуя в Всероссийской программе «100 лучших товаров России» становился дипломантом и лауреатом конкурса и вошел в золотую сотню в номинации «УСЛУГИ ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ» за комплексную оценку качества строительной продукции и технологических

процессов производств, где сотрудники ОГУ Сатюков А. Б., Спирина А. Ю. и Федосеенко Г. В. отмечены именными значками «Отличник качества».

Талантливые студенты привлечены к разработкам центра, участвуют в решении проблем предприятий реального сектора экономики, обладают стипендиями испытательного центра.

За последние пять лет преподавателями кафедры опубликовано более 200 статей в журналах и сборниках конференций различного уровня. Получено 8 патентов на изобретения. Заключены договора о сотрудничестве с рядом ведущих образовательных центров России, Республики Беларусь, Узбекистана, Луганской республики. Подготовлено 7 монографий и 18 учебных пособий.

Традиционным стало ежегодное проведение двух секций научной конференции студентов ОГУ (секция «Строительные материалы», секция «Автомобильные дороги и объекты транспортной инфраструктуры»), олимпиада по строительному материаловедению, круглых столов и мастер классов с приглашением ведущих специалистов дорожно-строительной отрасли России.

В 2020 г. по итогам образовательной деятельности кафедра стала победителем конкурса «Дороги России – 2020» в номинации «За успехи в подготовке кадров дорожников».

В 2021 г. по инициативе кафедры университет стал полноправным членом Ассоциации бетонных дорог России.

В 2022 и 2025г.г. в рамках 28-й и 31-й Международной выставки строительных, отделочных материалов и инженерного оборудования структурные подразделения Оренбургского государственного университета (испытательный центр «Оренбургстройиспытания», кафедра автомобильных дорог и строительных материалов) удостоены дипломами II степени в номинации «Инновация в строительных материалах и технологиях».

2021 г. Оренбургский государственный университет стал победителем программы стратегического академического лидерства "Приоритет-2030" в рамках реализации федерального проекта "Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии" где по направлению «Инновации средового проектирования» кафедра автомобильных дорог и строительных материалов с испытательным центром «Оренбургстройиспытания» являлись ведущими исполнителями.

По данной программе Оренбургским государственным университетом в калабрации с стратегическим партнером Обществом с ограниченной ответственностью «Аккерманн цемент» на базе вуза создан современный учебный практико-образовательный кластер в области строительного материаловедения по направлению цементной продукции, материалов, изделий и конструкций на ее основе, созданы современные условия для формирования высококвалифицированного специалиста, определяющего синергетическое развития предпринимательских и технологических компетенций в рамках реализации образовательного процесса по направлению 08.03.01 Строительство (бакалавриат) и 08.04.01 Строительство (магистратура). Символично, что вновь

созданные лаборатории бетона, цементации грунтов, строительной химии, класса для практических занятий, коридорной зоны и лекционной аудитории, открылись в Татьянин день, в День российского студенчества 25 января 2025 г.

Ежегодно сотрудниками кафедры и испытательного центр «Оренбургстройиспытания» для предприятий реального сектора экономики выполняются прикладные исследования и хоздоговорные работы, разрабатываются нормативно-технические документы, формируются и актуализируются информационные базы данных.

Кафедрой заключено более 30-и договоров с предприятиями региона о сотрудничестве и базах практики.

На кафедре уделяется серьезное внимание вопросам совершенствования методики преподавания, профориентационной работе со школьниками, воспитательной работе со студентами. Коллектив кафедры продолжает активно поддерживать научно-технические и образовательные связи с рядом ведущих организаций областного дорожно-строительного комплекса, в том числе с ГУ «Главное управление дорожного хозяйства Оренбургской области», ОАО «Оренбургремдорстрой», ООО «СУ-56», ООО «Благоустроитель», ООО «ПКФ МИР», ООО «ИСК» и другими дорожно-строительными организациями г. Оренбурга и Оренбургской области.

С 2014 по 2025 гг сотрудники неоднократно отмечены премиями и стипендиями Губернатора Оренбургской области, благодарностями правоохранительных структур, профильных Министерств и ведомств.

ПОВТОРНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ
Дергунов С.А., канд. техн. наук, доцент, Федосеенко Г.В., Спирина А.Ю.,
Антипов А.В.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Благополучное проживание человека в условиях городской застройки складывается из совокупности многих факторов, таких как многофункциональность, архитектурная выразительность, гигиеничность и пр., причем факторы имеют значение как на уровне комфортного жилья, так и на уровне городской среды в целом. Синергетическое сочетание этих параметров крайне необходимо для достижения комфортного уровня. Важным результатом реконструкции или нового строительства на любом уровне является сочетание совокупных характеристик, обеспечивающих экологическую безопасность и качество жизни в сочетании с требованиями по сохранению объектов исторического и культурного наследия.

В Оренбургской области накоплен значительный фонд зданий и сооружений, являющихся аварийными и давно не отвечают санитарным, бытовым и эстетическим требованиям современного общества и отдельного человека. Это еще более усугубилось в результате масштабного паводка, произошедшего в 2024 г., когда в зоне затопления оказались 10 168 жилых домов и 18 471 приусадебный участок.

Не смотря на реализацию комплексных программ по поддержке населения в результате чрезвычайных ситуаций, проектов в рамках переселения граждан из аварийного жилья, по федеральному проекту «Об обеспечении устойчивого сокращения непригодного для проживания жилищного фонда» входящего в национальный проект «Жилье и городская среда» существенный объем жилого фонда подлежит полной ликвидации.

Ни для кого не секрет что, при сносе зданий и сооружений остается большое количество строительных материалов и конструкций (кирпичный бой, железобетонные элементы, деревянные изделия и т.д.), которые затем редко используются в новом строительстве. В основном они вывозятся на свалки твердых бытовых отходов, что наносит огромный урон истории строительства городов, приводит к потере исторически ценного материала, который может быть повторно использован не только при реставрации объектов культурного наследия, но и при строительстве новых зданий и их отделке. В следствие чего важным является применение инновационных технологий строительства с повторным использованием строительных материалов и конструкций.

Анализируя отечественные и зарубежные публикации по данному направлению следует отметить, что проблема повторного применения изделий и

их компонентов, а также строительных материалов и конструкций является повсеместной [1]. В ряде европейских стран даже разрабатываются специальные проекты бережного демонтажа конструкций с целью их дальнейшей реновации и повторным внедрением в практику строительства зданий и сооружений.

Так, в Германии Закон об экологически безопасном обращении с отходами обеспечивает защиту людей и окружающей среды. В соответствии с этим законом, для улучшения экологической обстановки в стране Федеральное правительство принимает меры по предотвращению образования отходов. Одна из таких мер – повторное использование изделий и их компонентов для той же цели, для которой они были первоначально предназначены.

Вся без исключения общественность ценит привлекательную внешнюю выразительность зданий и сооружений, долговечность строительных материалов, изделий и конструкций, которые могут дополнить как внешний облик, так и внутренний дизайн построек. Каждый фрагмент изделий при разборке старых зданий обрабатывается практически вручную, затем поштучно упаковывается. Данные изделия различного функционального назначения могут использоваться повсеместно – частные застройки, отели, здания культового наследия, крупные общественные пространства.

Примеры повторного применения строительных материалов, изделий и конструкций в новом строительстве имеются и в странах бывшего СНГ. Так в Белоруссии на основе обобщения опыта повторного использования изделий, материалов и оборудования, полученных при ремонте, реконструкции, реставрации и сносе сооружений, разработан технический кодекс, установившейся практики, где указано, что целесообразность такого использования должна устанавливаться на каждом конкретном объекте. Разборка зданий должна производиться специализированными организациями. После окончания разборки должно производиться уточнение объемов выхода материалов и конструкций для повторного использования на данном объекте или на других объектах, реализация населению, утилизация, а также определение объема строительного мусора. Результаты таких уточнений должны оформляться соответствующими актами. Пригодные для повторного использования элементы должны быть переданы на склад, при их хранении используются те же правила, что и при хранении новых. Указаны также возможные области повторного применения строительных материалов, изделий и конструкций.

Несмотря на накопленный широчайший опыт повторного использования стройматериалов и конструкций, в отечественных литературных источниках вопросы проектирования и строительства с повторным применением материалов, изделий и конструкций рассматриваются очень редко.

Строительная индустрия в России приносит не мало проблем природе и окружающей среде. Ежегодно образуется от десятки миллионов тонн строительных отходов, основная часть которых приходится на железобетонные и кирпичные отходы. Темпы роста отходов с учетом индустриальности строительного производства составляют не менее 25% в год.

Трудно выполнимой задачей повторного использования материалов, изделий и конструкций, полученных после сноса сооружения, обусловлена тем, что снос чаще всего производится способом механического обрушения. Не используется более щадящий и дорогостоящий метод сноса – поэлементный демонтаж, при котором обеспечивается максимальная сохранность материалов и конструкций для возможного повторного применения.

Нарушаются нормативные требования ГОСТ 30772-2001 по обращению со строительными отходами, не учитываются возможные приоритетные направления их дальнейшего использования. Хотя работы по повторному использованию строительных материалов, изделий и конструкций в новом строительстве ведутся в многих научно-исследовательских и образовательных учреждениях России.

Ясно, что строительные конструкции, оставшиеся после демонтажа зданий и предполагаемые к использованию в дальнейшем в качестве несущих, должны обеспечить долговечность сооружения в течение десятилетий, и даже столетий. Им необходимо пройти дополнительное обследование с выдачей заключений о соответствии их техническим регламентам.

На сегодняшний день разработана большая номенклатура методических материалов по продлению срока их службы с использованием экспертных методов [2-4]. Возможности повторного применения материалов и конструкций при строительстве малоэтажных зданий, поселковых дорог, подъездных путей и укрепления грунтов оснований проиллюстрированы в опубликованных работах. [5-8]

Разработаны способы возведения фундаментов новых зданий из повторно используемых железобетонных элементов каркаса, полученных в ходе сноса зданий и способ укрепления грунтов путем объемной цементации, а также новые инновационные технологии строительства, которые позволяют осуществлять строительство малоэтажных сооружений на малопригодных в инженерно-технических отношениях подтапливаемых территориях, а также на оползневых склонах.

Необходимо отметить, что в большинстве реализованных в примерах проектов строительства малоэтажных зданий использовался старинный кирпич, который является долговечным материалом с запасом прочности много

большим, чем у современного. Поэтому он применялся при строительстве стен и перегородок зданий, создании интерьеров в стиле Лофт.

Битый кирпич, полученный при сносе зданий, использовался в целях благоустройства территорий. Из него возводились ограды и выкладывались садовые дорожки.

Сфера применения инновационных методов и технологий строительства с применением бывших в употреблении строительных материалов, изделий и конструкций может быть существенно расширена.

Так, они могут быть использованы при реконструкции районов малоэтажной усадебной застройки, сформировавшейся в ранние столетия городских застроек, в которых домовладения находятся в частной собственности, и реконструкция жилых домов осуществляется путем пристройки новых объемно-планировочных элементов или надстройки мансардных этажей.

Изменение объемов и фасадов строений возможно, если они не признаны памятниками истории и культуры. В районах, исторически сложившихся в XV–XX вв. многие сооружения, в том числе и промышленные предприятия, XIX–начала XX веков имеют статус объектов культурного наследия. Вопрос сохранения таких объектов и их дальнейшего использования является приоритетным.

Разрабатываются проекты реновации промышленных зон, находящихся в исторических городских центрах, которыми могут быть предусмотрены: полное сохранение их облика путем реставрации промышленных сооружений; реконструкция планировочной структуры, промышленных сооружений с целью приспособления для новых функций; полный снос промышленного объекта.

Краснокирпичные промышленные здания, являющиеся объектами культурного наследия, чаще всего находятся в неудовлетворительном состоянии. Имеются биопоражения кирпичной кладки, частичное выпадение кирпича, трещины.

Полученный при сносе аварийных сооружений, расположенных в промышленных зонах, исторический кирпич, а также другие стройматериалы и конструкции могут быть применены при реставрации и реконструкции не только промышленных объектов культурного наследия, но и других сооружений, находящихся за пределами промышленной зоны.

С целью увеличения объема пригодных для повторного применения стройматериалов и конструкций необходимо применять более щадящие методы поэлементного демонтажа зданий.

1. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: учебник/ под общ. ред. П.Г.Грабового, В.А. Харитонов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: проспект, 2013. – 712 с.
2. Шмелев Г.Д. Обоснование возможности повторного использования строительных материалов и конструкций / Г.Д. Шмелев, Е.А. Крючкова, А.К. Епишева // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. – 2019. – № 1 (8). – С. 25-35.
3. Шмелев Г.Д. Экспертный метод прогнозирования остаточного срока службы строительных конструкций по их физическому износу/ Шмелев Г.Д./Строительство и реконструкция. -2014. – №3(53). – с.31-39.
4. Шмелев Г.Д. Физический износ, текущий и капитальный ремонт жилых зданий/ Шмелев Г.Д., Безсуднова Т.А., Алашников Н.А./ Управление социально-экономическими системами: теория, методология: сборник статей международной научно-практической конференции: в 2 частях. – Пенза: Изд-во: “Наука и просвещение”. – 2017. – с.28-31.
5. Золотухин С.Н. Рациональное строительство с повторным использованием строительных материалов, конструкций, изделий после сноса здания/ Золотухин С.Н., Насонова Т.В., Потехин И.А. // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. – 2018. -№10. – с.206-209.
6. Золотухин С.Н. Возможности создания регионального кластера повторного использования строительных отходов/ Золотухин С.Н., Трегубова Е.А., Потехин И.А.// Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. – 2018. -№10. – с.209-212.
7. Колодяжный С.А., Золотухин С.Н., Абраменко А.А., Кукина О.Б., Вязов А.Ю., Лобосок А.С., Милованова В.И./ Способ изготовления сплошных плитных фундаментов коробчатого сечения из ребристых плит перекрытия/ патент на изобретение RUS 2647521 06.03.2017/http://www1.fips.ru/fips_serv1/fips_servlet
8. Колодяжный С.А., Золотухин С.Н., Абраменко А.А., Кукина О.Б., Вязов А.Ю., Лобосок А.С., Милованова В.И./ Способ возведения стенчатых фундаментов с использованием ребристых плит перекрытий (покрытий) // патент на изобретение RUS № 2671019 C1 от 29.10.2018//http://new.fips.ru/registers-doc-view/fips_servlet? DB=RUPAT&DocNumber=2671019& TypeFile=html

СОВРЕМЕННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ПРОСТРАНСТВА

Дергунов С.А., кандидат технических наук, доцент, Ольховая Т.А., профессор, доктор педагогических наук, Федосеенко Г.В., Спирина А.Ю.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Знаковым мероприятием Министерства образования и науки Российской Федерации стала реализация программы «Приоритет-2030» в соответствии с Распоряжением Правительства Российской Федерации от 12 декабря 2020 г. № 3697-р. На конкурсной основе сформирована **широкая группа университетов нацеленная на создание нового научного знания, технологий и разработок для внедрения в российскую экономику и социальную сферу.** Университеты, участники программы, вырабатывают и распространяют по системе высшего образования лучшие практики научно-исследовательской, инновационной и образовательной деятельности, повышают привлекательность жизни и работы в регионах России, в том числе для иностранных студентов и зарубежных ученых. Они формируют у выпускников навыки и умения, необходимые для их успеха на современном рынке труда и в будущем в условиях стремительного научно-технологического прогресса. Трансформация современных подходов к реализации образовательного процесса их апробация и тиражирование — это залог успешной конкуренции на мировом рынке образования, науки и технологий.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение «Оренбургский государственный университет» в определенный период активно принимало участие в программе «Приоритет-2030» преследуя стратегическую цель - создание приграничного научного, образовательного и культурного центра притяжения талантливой молодежи, обеспечивающего развитие инновационной предпринимательской экосистемы региона и способствующего достижению национальных целей Российской Федерации.

Одним из стратегических проектов являлся «Инновации средового проектирования» который был направлен на формирование креативного университетского кластера, объединяющего школы бизнеса и предпринимательства, дизайна, архитектуры и строительства. В рамках направления строительства Оренбургским государственным университетом в калабрии с стратегическим партнером Обществом с ограниченной ответственностью «Аккерманн цемент» на базе вуза создан современный учебный практико-образовательный кластер в области строительного материаловедения по направлению цементной продукции, материалов, изделий и конструкций на ее основе, созданы современные условия для формирования высококвалифицированного специалиста, определяющего синергетическое развития предпринимательских и технологических компетенций в рамках реализации образовательного процесса по направлению

08.03.01 Строительства (бакалавриат) и 08.04.01 Строительство (магистратура).

Реализация данного проекта проведена совместными усилиями рабочей группы, состоящей из высококвалифицированных профессионалов различных профилей и студентов в том числе.

В целях развития творческой инициативы молодежи среди студентов ОГУ был проведен конкурс разработки дизайн-концепции современных образовательных пространств с целью популяризации студенческих дизайн-решений, развития технологической и проектной культуры, создания креативных объектов и элементов университетского креатива.

Проект студентки группы 20Д(ба)ДС Жанны Гуревич признан лучшим и принят к реализации преобразований интерьеров научно-образовательного пространства.

В процессе реализации проекта в жизнь проведено масса спорных дискуссий и круглых столов, сделаны существенные вложения в развитие материально-технической базы, подготовлены и опубликованы соответствующие публикации, освещающие степень реализации [1-5].

Слаженная работа коллективов кафедры автомобильных дорог и строительных материалов, испытательного центра «Оренбургстройиспытания», Института управления проектами и студенческого конструкторского бюро «Центр строительных компетенций» при взаимодействии с предприятиями реального сектора экономики по технологическому предпринимательству позволила привлечь дополнительные ресурсы к реализации проекта.

Так с 2021 г. по 2024 г. коллективами реализованы десятки договоров с привлечением студенческого контингента. Отличившимся студентам назначались именные стипендии.

За эффективную реализацию услуги «Комплексная оценка качества строительной продукции и технологических процессов производств» коллектив испытательного центра стал лауреатом Всероссийского конкурса программы «100 лучших товаров России» по итогам 2024 г. и единственный в регионе отмечен Почетным дипломом «Золотая сотня».

Символично, что вновь созданные лаборатории бетона, цементации грунтов, строительной химии, класса для практических занятий, коридорной зоны и лекционной аудитории, открылись в Татьянин день, в День российского студенчества 25 января 2025 г. в 70-и летний юбилей Оренбургского государственного университета (рис. 1).



Рисунок 1 – Открытие современных образовательных пространств

Совместные усилия в реализации данного проекта Оренбургского государственного университета и стратегического партнера Общества с ограниченной ответственностью «Аккерманн цемент» уже положительно отразились на позиционировании деятельности организаций как в реализации внутренних политик, так и признании на внешнем рынке.

Список литературы

1. Ольховая, Т. А. Потенциал университета в развитии региональной инновационной системы [Электронный ресурс] / Т. А. Ольховая, В. А. Садова // Вестник Оренбургского государственного университета, 2024. - № 4 (244). - С. 73-82. - 10 с.
2. Ларина, О. В, Проектная деятельность как средство развития познавательной активности обучающихся вуза [Электронный ресурс] / О. В, Ларина, Т. А. Ольховая // Теоретические и эмпирические ракурсы исследований современного образования: сб. материалов II науч. сес. аспирантов, докторантов

и соиск. каф. общ. и проф. педагогики ОГУ : сб. науч. работ. - М : Перо, 2025. - С. 38-42. - 5 с.

3. Дергунов, С. А. Инновации средового проектирования [Электронный ресурс] / С. А. Дергунов, С. А. Орехов, Г. В. Федосеенко // Актуальные проблемы современной науки, техники и образования : тезисы 80-й междунар. науч.-техн. конф., Магнитогорск, 18-22 апр. 2022 г. / Магнитог. гос. техн. ун-т им. Г.И. Носова ; отв. ред. С. В. Пыхтунова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г.И. Носова, 2022. - Т. I. - С. 536. - 1 с.

4. Дергунов, С. А. Инновации средового проектирования [Электронный ресурс] / С. А. Дергунов, Т. А. Ольховая, О. Б. Чепурова, Г. В. Федосеенко // IV Байкальский материаловедческий форум : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Улан-Удэ, 1-7 июля 2022 г. / отв. ред. Е. Г. Хайкина. - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2022. - С. 644-646. - 3 с

5. Федосеенко, Г. В. Управление проектами строительных объектов при реализации образовательной деятельности [Электронный ресурс] / Г. В. Федосеенко, С. А. Дергунов, А. И. Кравцов // IV Байкальский материаловедческий форум : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, Улан-Удэ, 1-7 июля 2022 г. / отв. ред. Е. Г. Хайкина. - Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2022. - С. 648-650. - 3 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Дмитриев М. К., Стрижакова К. Д., Ильина А.А., канд. техн. наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: В статье рассматриваются возможности применения искусственного интеллекта в сфере инженерии, архитектуры и строительства. Рассмотрены способы решения творческих задач на основе ИИ, а также эффективность его применения в работе с документацией. Приведены объективные показатели повышения эффективности рабочих процессов после внедрения технологий на основе искусственного интеллекта.

Ключевые слова: *искусственный интеллект, строительство, архитектура, BIM, информационная модель*

Современное развитие технологий всё больше связано с применением искусственного интеллекта (ИИ), который активно внедряется во все сферы человеческой деятельности. Одним из наиболее перспективных направлений является использование ИИ в инженерии, архитектуре и строительстве. Эти области традиционно характеризуются высокой сложностью расчётов, большим объёмом проектной документации и необходимостью принятия оптимальных решений на ранних этапах разработки. Применение искусственного интеллекта позволяет не только автоматизировать рутинные процессы, но и значительно повысить эффективность проектирования и строительства.

В сфере инженерии искусственный интеллект используется для проведения сложных и трудоёмких расчётов. Специалисты давно пользуются компьютерными алгоритмами для решения таких задач, однако ИИ предоставляет большие возможности – эта технология, помимо расчётов, может сама предлагать огромное количество решений в заданных условиях. Инженеры-строители используют искусственный интеллект для прогнозирования нагрузок и деформаций, оптимизации несущих конструкций, выбирая наиболее экономичный и долговечный вариант, подбора материалов, теплотехнических расчётов.

Архитекторы используют искусственный интеллект как для технических и экономических расчётов, так и для решения творческих задач. Языковые модели можно использовать для прогнозирования сроков и бюджета, составления сметы. В творческой сфере искусственный интеллект используется для генерации изображений. Так ИИ может ускорить процесс визуализации существующей 3д-модели, изменить детали, дополнить конечное изображение, сгенерировать с

нуля концептуальное решение по запросу из нескольких слов. Искусственный интеллект также решает рутинные задачи, такие как выявление ошибок в информационных моделях, создание альтернативных планировочных решений.[1]

ИИ уже опробован практическими испытаниями. В таблице 1 представлены примеры применения ИИ на строительных объектах [2].

Таблица 1 – Ключевые аспекты внедрения BIM

Приоритетное направление	Проблема	Решение	Результат
Мониторинг строительных объектов и рабочих	Снижение эффективности работы из-за нарушения норм рабочими, задержек и отсутствия своевременного отчета руководству	Анализ данных с носимых устройств и стационарных камер для контроля за временем активности и покоя рабочих. Использование дронов и камер для отслеживания хода строительства, поставок материалов и затрат ресурсов	Увеличение производительности на 30 %
Прогнозирование рисков и автоматизация типовых операций	Затраты времени и ошибки из-за ручного выполнения стандартных задач Отсутствие автоматизации для учета рисков в планах	Интеграция ИИ в системы управления для разработки смет, анализа и прогнозирования на основе данных Внедрение модулей ИИ для стандартного проектирования, включая разработку инженерных сетей и соответствие нормам	Увеличение производительности на 20 % Снижение издержек на 10 % Сокращение времени проектирования на 40 %
Применение автономной техники	Нехватка квалифицированных работников для управления сложной техникой	Внедрение автономных строительных машин, способных работать непрерывно, чтобы облегчить рабочий процесс и повысить эффективность	Снижение операционных затрат на 50 % Ускорение строительства на 50 %

Инструменты на основе искусственного интеллекта можно использовать для составления смет и рабочих планов. Алгоритмы могут анализировать предыдущие проекты для прогнозирования возможных проблем во время строительного производства, что позволяет принимать меры по их устранению ещё на этапе первичного проектирования. Так «Исследование McKinsey показывает, что ИИ может повысить производительность строительства до 20%

за счёт более эффективного планирования проектов и управления ресурсами» [3,4] .

Искусственный интеллект также находит широкое применение в работе со строительной документацией. Алгоритмы помогают оптимизировать монотонный труд по категоризации, систематизации документов и извлечению из них критически важной информации. «Например, алгоритмы ИИ могут анализировать большие объёмы строительной документации для выявления ключевых терминов, положений и точек данных, что упрощает проверку контрактов или обеспечение соблюдения нормативных требований. Технология обработки естественного языка (NLP) позволяет этим системам интерпретировать сложный текст, выявляя несоответствия или риски, которые в противном случае могли бы остаться незамеченными» [5,6] .



Рисунок 1 – Доля решений на основе искусственного интеллекта на рынке строительства с прогнозом до 2032 года

Искусственный интеллект позволяет решать монотонные и трудоёмкие задачи, что оптимизирует строительное и архитектурное проектирование. Это позволяет разгрузить рабочий процесс специалистов, давая им больше времени на решение сложных задач, таких как разработка новых технологий и концепций в строительстве.

Список литературы

1. Интернет источник - <https://www.wallpaper.com/architecture/how-to-use-ai-in-architecture-practical-guide>
2. Интернет источник - <https://bim-info.ru/articles/iskusstvennyy-intellekt-v-stroitelstve/>
3. Интернет источник - <https://construction-today.com/news/the-rise-of-artificial-intelligence-in-construction/>
4. Ильин А.В., Владимиров Н.В. Использование искусственного интеллекта в строительстве // Вестник магистратуры. 2022. №4-2 (127). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-iskusstvennogo-intellekta-v-stroitelstve>
(дата обращения: 02.09.2025).

5. Меретджаева Г., Оразгелдиев А., Какабаев С. Применение искусственного интеллекта (ии) в строительстве // Вестник науки. 2024. №7 (76).
URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-iskusstvennogo-intellekta-ii-v-stroitelstve> (дата обращения: 02.09.2025).

6. Интернет источник - <https://www.gminsights.com/industry-analysis/artificial-intelligence-in-construction-market>

**КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОГУ: ПРОШЛОЕ,
НАСТОЯЩЕЕ, БУДУЩЕЕ**
В.И. Жаданов, О.В. Никулина,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Кафедра строительных конструкций была организована в Оренбургском политехническом институте (в настоящее время – Оренбургский государственный университет) в 1983 году. В коллектив кафедры вошли: к.т.н., доцент Штерн О.И., к.т.н., старший преподаватель Касимов Р.Г., к.т.н., старший преподаватель Плакидов В.М., старший преподаватель Лебедь О.Г., старший преподаватель Рязанов В.И., ассистент Ковалевская Г.П., ассистент Попова С.В., ассистент Стариков В.А., ассистент Ушакова С.В. За кафедрой в момент ее образования было закреплено семь дисциплин: «Железобетонные конструкции», «Металлические конструкции», «Деревянные конструкции», «Испытание конструкций и сооружений», спецкурс «Железобетонные конструкции», спецкурс «Металлические конструкции», спецкурс «Деревянные конструкции».

Кафедру возглавил известный специалист в области теории железобетона кандидат технических наук, доцент Штерн О.И., являвшийся образцом беззаветной преданности делу подготовки квалифицированных кадров для строительной отрасли Оренбуржья и остававшийся у руководства кафедры до 1986 года. С 1987 по 1994 годы кафедрой заведовал к.т.н., доцент В.П. Перов - выпускник Оренбургского политехнического института 1972 года. С 1995 года по март 2013 года в должности заведующего кафедрой работал к.т.н., доцент, почетный работник высшего образования Касимов Р.Г. - выпускник Оренбургского филиала Куйбышевского индустриального института 1971 года (ныне ОГУ).

С марта 2013 года по настоящее время кафедрой строительных конструкций руководит д.т.н., профессор, заслуженный строитель РФ, советник Российской академии архитектуры и строительных наук В.И. Жаданов - выпускник Оренбургского политехнического института 1980 года.

Для повышения уровня квалификации преподавательского состава кафедры, в целевую аспирантуру направлялись лучшие выпускники Оренбургского политехнического института, которые пополнили состав кафедры после защиты кандидатских диссертаций: в 1984 году – О. В. Никулина (в настоящее время – доцент кафедры); в 1986 году – О.В. Синяев (работал старшим преподавателем до 1990 года) и В.И. Жаданов, в 1988 году – В.А. Стариков (работал старшим преподавателем, доцентом кафедры и деканом АСФ до 1995 года).

На этапе своего становления кафедра пополнялась квалифицированными специалистами из других регионов России и ближнего зарубежья, а также подготовленными в стенах Оренбургского политехнического института (ныне ОГУ). С 1986 по 2001 г.г. на кафедре работал кандидат технических наук, доцент С.В. Миронов, приехавший в Оренбург после окончания аспирантуры и защиты кандидатской диссертации в Новосибирском инженерно-строительном институте. С 1986 г. по 2011 г. старшим преподавателем кафедры, а затем доцентом работал кандидат технических наук В.М. Салихов (выпускник ОрПТИ 1977 года). В 1990 году после окончания аспирантуры в НИСИ (г. Новосибирск) на кафедру пришла работать И.П. Миронова (выпускница ОГУ 1982 г.), работавшая до сентября 2014 года старшим преподавателем кафедры. С 1996 года по 2003 год на кафедре работал д.т.н., профессор, член-корреспондент международной академии информатизации С.Б. Колоколов (выпускник Карагандинского политехнического института).

В 1998 году при кафедре была открыта аспирантура по научной специальности 05.23.01 - «Строительные конструкции, здания и сооружения». В настоящее время коллектив кафедры пополнился молодыми кандидатами наук, защитившими диссертации под руководством д.т.н., профессора В.И. Жаданова: Е.В. Тисевич (2008 год, СГАСУ, г. Самара), Д.А. Украинченко (2011 год, ПГУАС, г. Пенза), Г.А. Столповский (2011 год, СГАСУ, г. Самара), С.В. Калинин (2013 год, ПГУАС, г. Пенза), И.В. Руднев (2016 год, ПГУАС, г. Пенза), М.А. Аркаев (2017 год, ПГУАС, г. Пенза).

К преподавательской деятельности кафедры «Строительные конструкции» привлекались и привлекаются в настоящее время ведущие специалисты строительной отрасли Оренбуржья, в том числе руководители подразделений министерства строительства, жилищно-коммунального и дорожного хозяйства Оренбургской области.

В настоящее время кафедра обеспечивает учебный процесс по 40 дисциплинам бакалавриата и магистратуры, в том числе: «Металлические конструкции», «Железобетонные и каменные конструкции», «Конструкции из дерева и пластмасс», «Механика грунтов», «Основания и фундаменты», «Обследование и испытание зданий и сооружений», «Нормативно-техническая документация в строительстве», «Организация проектной деятельности при разработке конструктивных решений зданий и сооружений», «Оценка технического состояния эксплуатируемых строительных конструкций», «Проектирование фундаментов в региональных грунтовых условиях», «Расчетные модели конструкций зданий и сооружений», «Современные программные комплексы для проектирования зданий и сооружений», «Усиление строительных конструкций», «Техническая эксплуатация зданий, сооружений и

городских территорий», «Специальные вопросы реконструкции зданий и сооружений», «Оценка напряженно-деформированного состояния эксплуатируемых конструкций», «Большепролетные металлические конструкции покрытий зданий», «Современные методы оценки эксплуатационной надежности зданий и сооружений», «Формирование расчетных моделей строительных конструкций зданий и сооружений», «Численные методы в решении задач расчета строительных конструкций», «Специальные вопросы реконструкции зданий».

По всем дисциплинам разработаны и ежегодно обновляются учебно-методические комплексы. В учебном процессе применяются современные технологии обучения (мультимедийные лекции и практические занятия. Преподаватели кафедры внедряют в учебный процесс инновационные формы и методы обучения, которые предполагают наработку у студентов навыков, способствующих быстрой адаптации к рыночной ситуации, самостоятельному принятию решений. Широко используются такие активные формы обучения как: «лекция вдвоем», проблемные лекции, практическое занятие – деловая игра, интерактивный метод обучения с применением информационных презентаций, тестирование студентов. Все это нацелено на стимулирование мотивации студентов к учебной деятельности и научной работе, к самостоятельной работе и самообразованию.

Проведению занятий на высоком профессиональном и методическом уровне способствует то, что преподаватели кафедры проходят стажировки и обмениваются опытом в рамках научно-методических и научно-технических конференций с преподавателями ведущих вузов России и стран ближнего зарубежья: МГСУ (г. Москва), СГАСУ (г. Самара), Сибстрин (г. Новосибирск), СФУ (г. Красноярск), ПГУАС (г. Пенза), ДГТУ (г. Ростов-на-Дону).

На кафедре активно ведется учебно-методическая и научно-методическая работа. За последние пять лет преподавателями кафедры строительных конструкций издано более 30 учебных и учебно-методических работ, в том числе одиннадцать учебных пособий с грифами ОГУ. Кадровый потенциал кафедры позволяет развивать научно-исследовательскую работу и решать следующие научные и инженерные задачи:

- исследование действительной работы строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений;
- техническая экспертиза состояния зданий и сооружений с составлением заключений о возможности их дальнейшей эксплуатации;
- совершенствование металлических, железобетонных, каменных и деревянных конструкций, а также способов соединения их элементов;
- натурные и модельные испытания строительных конструкций;

- разработка рабочих чертежей новых эффективных типов железобетонных, металлических, деревянных и пластмассовых конструкций;
- выполнение расчетов зданий, сооружений, строительных конструкций с применением современных программно-вычислительных комплексов.

При кафедре открыты научно-исследовательский центр мониторинга зданий и сооружений, исследовательская лаборатория неразрушающего и разрушающего контроля качества строительных материалов и изделий, студенческая проектная лаборатория «Перспектива-СТ».

Актуальность научных исследований, проводимых на кафедре, подтверждается их поддержкой научными фондами, Правительством Оренбургской области и Министерством образования. Сотрудники кафедры строительных конструкций участвуют в хоздоговорной деятельности. Наиболее интересными из выполненных научных хоздоговорных работ являются:

- испытание и оценка эксплуатационной надёжности свайных фундаментов жилых зданий в г. Оренбурге;
- исследование несущих и ограждающих конструкций здания церкви в селе Нижний Мамон Воронежской области с определением возможности проведения ее реконструкции;
- обследование корпусов логистического центра «Чита-Логистик»;
- оценка эксплуатационной надёжности и пригодности к проведению реконструкционных работ зданий и сооружений Байкальского целлюлозно-бумажного комбината;
- оценка прочностных и деформационных характеристик строительных конструкций жилых зданий в Оренбургской области, подвергшихся воздействию паводковых вод в 2024 году.

Результаты научно-исследовательской и хоздоговорной работы постоянно публикуются сотрудниками кафедры в ведущих изданиях ВАК РФ, а также в зарубежных журналах. На разработки специалистов кафедры оформляются патенты на изобретения и полезные модели.

Кафедра успешно сотрудничает с ведущими проектными и строительно-монтажными организациями г. Оренбурга и Оренбургской области, а также с родственными кафедрами других вузов России.

КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ДОМОВ

**Жаданов В.И., доктор технических наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: рассмотрены основные положения проектирования малоэтажных жилых домов, выполняемых на основе древесины и древесных материалов. Отражены основные преимущества рассматриваемого класса малоэтажных объектов. Отмечено, что разрабатываемые объемно-планировочные и конструктивные решения должны учитывать комплекс факторов, которые будут обеспечивать как технико-экономическую эффективность проектируемых объектов, так и их эксплуатационную надежность и долговечность. Перечислены основные критерии, которыми рекомендуется руководствоваться проектным организациям при создании деревянных малоэтажных жилых домов

Ключевые слова: малоэтажное строительство, деревянные конструкции, эксплуатационная надежность, принципы конструирования.

Деревянные малоэтажные жилые дома во все времена находили широкое применение на территории Российской Федерации. Это определено их преимуществами перед аналогичными строениями, выполненными из железобетона, стали, кирпича или других аналогичных конструкционных материалов. К основным преимуществам деревянных домов относятся экологическая чистота, быстровозводимость, легкость, возможность всесезонного строительства, энергоэффективность как при изготовлении деревянных конструкций, так и при эксплуатации деревянного жилого дома.

Учитывая достаточно большие объемы деревянного малоэтажного строительства и, соответственно, расходовании на это существенных материальных и энергетических ресурсов, повышение эффективности их использования приобретает важное значение для успешного развития строительного сектора России. Такое повышение можно получить при помощи проектирования объектов малоэтажного строительства на основе высокоэффективных строительных технологий, учитывающих, в том числе, российские специфические природные условия Сибири, Урала, Дальнего Востока, Севера, а также наличие значительных площадей районов со сложными грунтовыми условиями и сейсмическими воздействиями. Акцент необходимо делать на обеспечение надежности и экономичности в сравнении с известными импортными и отечественными аналогами.

К сожалению, технологии деревянного малоэтажного строительства, реализуемые на территории нашей страны в настоящее время, далеки от совершенства. В первую очередь это связано с тем, что проектируемый жилой дом, как правило, создается из разнотипных плоскостных и линейных элементов: колонн, балок, плит перекрытия, стеновых элементов и элементов кровли. Такой подход неизбежно вызывает повышенный расход материалов, невыгодные условия работы, изготовление элементов по разным технологиям на разных заводах-изготовителях, разнородные технологические схемы монтажа. Нельзя не отметить и существенные недостатки в проектировании с точки зрения эксплуатационной надежности и пожарной безопасности. Зачастую это связано с недостаточной компетентностью специалистов с одной стороны и отсутствием четких нормативных указаний по проектированию деревянных малоэтажных домов с другой стороны. Имея такие указания и рекомендации проектировщику было бы достаточно просто разрабатывать объемно-планировочные и конструктивные решения рассматриваемого класса зданий, обеспечивать их эксплуатационную надежность, долговечность так и сокращение расхода материалов на возводимые объекты в целом.

Вышеперечисленные факты подтверждают целесообразность формулировки базовых (концептуальных) основ проектирования малоэтажных деревянных жилых домов, которые должны учитывать опыт отечественного и зарубежного строительства, последние достижения науки и практики в сфере рассматриваемых аспектов, а также особенности строительства в российских регионах. Перечислим факторы, которые являются наиболее важными при проектировании малоэтажных жилых домов, возводимых с применением древесины и древесных материалов, а также пути их практической реализации.

1. Минимизация веса строительных конструкций проектируемого жилого дома. Этот фактор достаточно просто реализуется за счет легкости и высокой относительной прочности древесины в сравнении с другими конструкционными материалами. Также он может быть удачно реализован, например, в случае совмещения в элементах конструктивной схемы несущих и ограждающих функций, когда ограждающие конструкции включаются в работу несущего каркаса при восприятии внешних нагрузок. Нельзя не учитывать при практической реализации этого фактора потенциальные возможности оптимизационных расчетов, применения конструкций из разномодульных материалов (клефанерные каркасные плиты, деревометаллические балки и стойки и т.п.), а также высокоэффективных легких утеплителей. Нельзя не подчеркнуть и тот момент, что минимизация веса строительных конструкций обеспечит снижение стоимости их транспортировки, устройства фундаментов,

трудоемкости монтажа и, соответственно, общей продолжительности строительства.

2. Строительные конструкции должны поставляться на строительную площадку с максимальной степенью заводской готовности. Они должны быть подготовлены практически к монтажу «с колес», для чего в комплект поставки должны входить узловые соединительные детали, элементы сопряжения отдельных конструкций друг с другом. Например, при применении крупноразмерных плит покрытия, которые наиболее эффективно используют как конструкции «на пролет», в комплект поставки должны входить опорные части для выполнения узлов сопряжения с колоннами и нащельники для выполнения продольных стыков, объединяющих отдельные плиты в геометрически неизменяемый блок покрытия.

3. Ограждающие конструкции стен и покрытия должны обеспечивать нормируемые показатели теплоизоляции и герметичности. При этом, теплоизоляционные характеристики должны не только обеспечивать требуемые свойства ограждений, но и минимум капитальных и эксплуатационных затрат на отопление в течении всего периода эксплуатации жилого дома. С учетом суровых климатических условий Российской Федерации сами ограждающие конструкции и особенно их стыки должны сохранять свою целостность при больших перепадах температур в любое время года и суток.

4. В районах строительства, отличающимися суровыми климатическими условиями и дефицитом рабочей силы особое внимание следует уделять вопросам разработки узлов и стыков, обеспечивающих минимальную трудоемкость их устройства. При этом предпочтение необходимо отдавать конструкциям соединений отдельных элементов между собой, отличающихся простотой исполнения (узлы на лобовых упорах, шкантах, стальных или стеклопластиковых нагелях, зубчатых пластинах и т.п.).

5. Решение вопроса снижения стоимости строительства можно достичь также за счет внедрения и использования технологической унификации и изготовления проектируемых конструкций на заводах, существующих в районе строительства с учетом возможностей их технологических линий. Однако необходимо учитывать, что из относительно ограниченного сортамента изготавливаемых унифицированных элементов было бы технически возможно в сжатые сроки создавать самые различные конструктивные решения и архитектурные формы любых малоэтажных зданий, вести строительные процессы с минимальными финансовыми и трудовыми затратами. В качестве примера можно привести опыт иркутских строителей, которые из унифицированных однотипных клеодощатых полуарок создают уникальные, архитектурно выразительные жилые и общественные здания, объекты

ландшафтной инфраструктуры. Несомненно, что внедрение «массовых» высокоскоростных технологий поточного серийного производства обеспечит строительство экономичных жилых домов. Это не вызывает сомнения, если в качестве примера рассмотреть выпуск технически сложных изделий в виде фотоаппаратов, телевизоров, компьютеров, автомобилей, которые изготавливают на конвейере и за счет этого они доступны миллионам граждан благодаря низким ценам. В качестве реализованного примера практического внедрения рассматриваемого фактора в части малоэтажных домов можно привести разработки профессора И.С. Инжутова и его учеников, приведенные в [1].

6. Разработка проектов малоэтажных жилых домов с учетом региональных условий строительства. Региональный фактор подразумевает учет уровня и технических возможностей строительной индустрии и сложившегося соотношения цен на различные материалы, применение наиболее дешевых, но качественных местных материалов и строительных конструкций на их основе. Умелый учет этого фактора также обеспечит снижение общей стоимости возводимых объектов.

7. Многофункциональность строительных элементов с учетом фактора их пространственной работы в составе здания. Целесообразно включать отдельные конструкций здания (плит покрытия, панели стен, прогоны) в общую работу пространственной системы жилого дома и сочетать в отдельных элементах различные функции. Например, в вышеупомянутых крупноразмерных плитах покрытия обшивка, включенная в общую работу с каркасом за счет применения клеевых жестких соединений, может выполнять и функции ограждения; функции прогонов кровельного ограждения будут выполнять вспомогательные ребра, являясь одновременно силовыми элементами конструкции и т.п. Этот фактор удачно реализован в разработках пространственных деревянных и деревометаллических конструкций, приведенных в [2, 3].

8. При разработке новых типов строительных конструкций для деревянного малоэтажного строительства необходимо реализовывать эффективное использование свойств каждого из применяемых материалов. Например, в сжатых и сжато-изгибаемых элементах целесообразно применять древесину и древесные материалы, а в растянутых элементах – круглую или профилированную сталь. Как пример можно привести деревометаллические пространственные или плоские фермы, структурные конструкции с растянутым нижним поясом из стали, клефанерные балки коробчатого или двутаврового поперечного сечения с армированными поясами и т.п.

9. Фактор максимальной долговечности отдельных конструкций и жилых домов в целом, реализуемый за счет специальных конструктивных мероприятий

и антисептической и антипиренной обработкой. При этом применяемые для обработки химические вещества должны обладать максимальными экологической чистотой и длительностью периода сохранения защитных свойств.

11. Фактор технико-экономической эффективности, который может быть достигнут как за счет комплексного учета всех вышеперечисленных положений, так и при помощи методов оптимизации, ориентированных на нахождение наилучших вариантов из множества альтернатив и обеспечивающих снижение расхода материалов как на отдельные конструкции, так и на здание в целом.

Перечисленным факторам в наибольшей мере отвечают полносборные жилые дома, собираемые как из «кирпичиков» из плит и панелей на деревянном каркасе, совмещающие в себе несущие и ограждающие функции. Наиболее удачными представляются утепленные конструкции, включающие основные и дополнительные ребра, работающие совместно с одиночными обшивками. Основные ребра таких плит (клееные или цельные), расположенные открыто, вне толщи ограждения, образуют с обшивкой единое целое – пространственный элемент, используемый как самостоятельная конструкция или как составляющая часть более сложной пространственной конструкционной формы [4, 5].

Конечно, что только совместная работа инженеров-конструкторов, архитекторов, технологов, теплотехников, сантехников и других специалистов обеспечит успешную реализацию перечисленных факторов и в итоге повысит конкурентоспособность, доступность и эффективность малоэтажных жилых домов, выполненных на основе древесины и древесных материалов.

Список литературы

1. Инжутов, И.С. Пространственные конструкции блочного типа на основе древесины / И.С. Инжутов, В.И. Хороший, А.Л. Авсеев // Известия ВУЗов. Строительство. – 1992. - №2. – С. 14-19.

2. Дмитриев, П.А. Современные пространственные комплексные конструкции на основе древесины – одно из приоритетных направлений в строительной науке и практике / П.А. Дмитриев, И.С. Инжутов, Ю.Д. Стрижаков // Известия ВУЗов. Строительство. – 1999. - №5. – С. 9-16.

3. Инжутов, И.С. Дома-конструкторы для северных широт / И.С. Инжутов // Лесной комплекс Сибири. – 2018. - №3(31). – С. 64-67.

4. Жаданов, В.И. Рациональные конструкции плит на деревянном каркасе / В.И. Жаданов, М.А. Нестеренко, Ю.А. Ловецкая // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2022. - № 1(86). - С. 33-42.

5. Жаданов, В.И. О неиспользуемых резервах в проектировании панельных конструкций на основе деревянного каркаса / В.И. Жаданов, Д.А. Украинченко // Известия ВУЗов. Строительство. – 2016. - №2(686). – С. 15-24.

АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОЦЕДУРЫ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ОБЩЕГО ИМУЩЕСТВА В МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМАХ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Зайцева К.Н.,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: в статье анализируется зависимость финансовой устойчивости системы капитального ремонта общедомового имущества в жилых зданиях, расположенных на территории Оренбургской области, от различных организационно-технологических и организационных решений. В качестве аналитических данных выступили материалы официальных отчетов некоммерческой организации «Фонд модернизации ЖКХ Оренбургской области» в рамках выполнения региональной программы по проведению капитального ремонта общедомового имущества в Оренбуржье в 2014-2043 гг., выявлены основные факторы, влияющие на снижение финансовой устойчивости. Ключевые слова: капитальный ремонт, финансовая устойчивость, модернизация, общее имущество в многоквартирных домах, региональная программа

Улучшение жилищных условий населения является одним из приоритетов развития национальной экономики России, так как жилищная политика вновь должна стать одним из решающих факторов демографического развития [1]. Приоритет на создание комфортных условий для проживания граждан остается актуальным и в соответствии с Указом Президента РФ от 7 мая 2024 г. № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года».

В России одним из главных элементов системы модернизации жилищного фонда с 2014 года стали региональные программы капитальных ремонтов общего имущества в многоквартирных домах: от их финансовой устойчивости и организационной эффективности зависит жизнеспособность всей системы.

Вопросы финансовой составляющей программ капитального ремонта многоквартирных домов всегда были в центре внимания ученых. С самого начала функционирования новой системы капитального ремонта многоквартирных домов в России в ряде исследований российских авторов [2, 3] отмечались финансовые риски региональных программ. В первую очередь делались акценты на недостаточность финансирования региональных программ только за счет средств собственников жилья, обосновывая необходимость привлечения бюджетных средств и дополнительных источников финансирования с использованием новых механизмов их расходования.

Ряд исследователей предлагают, для предотвращения проблемных аспектов финансирования капитального ремонта многоквартирных домов ограничить объема средств, заимствуемых для капитального ремонта многоквартирного дома из фондов капитального ремонта других

многоквартирных домов, объемом прогнозных поступлений взносов на капитальный ремонт до окончания срока региональной программы [4].

Многие исследователи подчеркивают, что региональный оператор при выполнении капитальных ремонтов домов, расходует средства, полученные от одних собственников, выбравших этот способ формирования фонда капитального ремонта, на ремонт домов других собственников, создавая тем самым риски накопления необходимой суммы на ремонт дома, не включенного в текущем периоде в региональную программу капремонта [5].

Исследованию проблем повышения эффективности системы управления капитальным ремонтом многоквартирных домов посвящены работы многих авторов, однако ряд актуальных задач остается нерешенным, в том числе недостаточно уделено внимание зависимости финансовой устойчивости системы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах от различных организационно-технологических и управленческих решений.

Высокая социально-экономическая значимость рассматриваемой проблемы выявила необходимость разработки методов организационно-технологических и управленческих решений при проведении работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, позволяющих повысить срок жизни МКД, обеспечивая экономическую эффективность и уменьшая эксплуатационные затраты.

В Оренбургской области капитальный ремонт общего имущества многоквартирных домов осуществляется в соответствии с утвержденной Правительством области региональной программой сроком на 30 лет (2014-2043 года), которая включает 9 710 МКД общей площадью более 31 млн. кв. метров. В программу включены все многоквартирные дома, расположенные на территории Оренбургской области за исключением признанных на тот момент аварийными и дома в которых менее пяти квартир.

Доля МКД, собственники помещений в которых формируют фонд капитального ремонта на счете регионального оператора составляет – 91,03%, на специальном счете – 8,97%.

За 10 лет реализации региональной программы капитального ремонта на территории Оренбургской области было отремонтировано 5085 видов общедомового имущества, из которых: 1528 крыш, 597 фасадов, 2066 внутридомовых инженерных систем, заменено 1646 единиц лифтового оборудования в 497 домах и 397 видов прочих работ (фундаменты, подвалы и тд.)

Минимальный размер взноса в Оренбургской области утверждается правительством области на трехгодичный период и предусматривает дифференциацию размера взноса в зависимости от этажности многоквартирных домов:

- до трех этажей включительно;
- четыре и пять этажей;
- от шести этажей и выше.

Стоит отметить, что минимальный размер взноса в Оренбургской области ежегодно индексируется на 7%, что является выше уровня инфляции.

В настоящее время в Оренбургской области за счет минимального размера взноса на капитальный ремонт, собираемого с граждан, обеспечивается лишь 40% необходимого объема финансирования для реализации региональной программы капитального ремонта и установленный дифференцированный размер взноса не обеспечивает возвратность средств, затраченных на реализацию региональной программы капитального ремонта общего имущества многоквартирных домов малой этажности.

Сложившаяся практика работы показала, что стоимость работ на квадратный метр увеличивается с уменьшением этажности многоквартирного дома. Стоимость работ на квадратный метр в домах с этажностью 1-5 этажей в 2-6 раз выше, чем в домах от 6 этажей и выше.

Стоит отметить, что темп включения в краткосрочный план реализации региональной программы капитального ремонта составляет по области 25,96 %.

Вместе с неоспоримыми преимуществами результатов реализации программы, опыт проведения ремонта за первые 8 лет определил ряд проблем, связанных с выполнением работ и (или) услуг по капитальному ремонту.

И одна из самых больших проблем которую сейчас приходится решать государству – это повышение финансовой устойчивости системы капитального ремонта. Деньги, которые ежемесячно оплачивают собственники в виде взносов на капитальный ремонт должны использоваться эффективно, только при этом условии возможно выполнение поставленных задач.

В целях уменьшения рисков возникновения дефицита и снижения финансовой устойчивости региональной программы Правительством Оренбургской области разработан региональный план обеспечения финансовой устойчивости региональной программы капитального ремонта (таблица 1) [7].

Мероприятия, утвержденные указом, в соответствии с методикой оценки финансовой устойчивости и рисков региональных программ капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах должны были к декабрю 2024 года вывести систему капитального ремонта Оренбургской области на показатели группы Р0 (допустимая степень риска).

Таблица 1 – Целевые показатели оценки финансовой устойчивости

Наименование показателя функционирования	Значение показателя на дату утверждения плана (%)	Значение показателя по итогам 2022 года (%)	Значение показателя по итогам 2023 года (%)	Значение показателя по итогам 20241 года (%)
Общее обеспечение программы	63,70	63,80	72,85	77,27

Базовое обеспечение программы	50,60	62,37	72,33	75,04
Расширенный показатель обеспечения программы	79,20	81,83	89,95	98,65
Валовое покрытие базовых обязательств регионального оператора	50,20	62,09	72,29	75,02
Общее обеспечение программы регионального оператора	60,10	60,85	74,34	77,95
Обеспечение краткосрочных обязательств регионального оператора	66,50	80,24	100,00	100,00

Для сравнения планируемых и достигнутых значений показателей произведем расчет финансовой устойчивости системы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Оренбургской области на отчетную дату, т.е. на 31 декабря 2024 года.

В расчетах будем использовать данные отчета о реализации региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Оренбургской области за четвертый квартал 2024 года, размещенные на официальном сайте «Реформа ЖКХ»,

Основные параметры действующей редакции региональной программы капитального ремонта (далее – РПКР) в Оренбургской области представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные параметры системы капитального ремонта многоквартирных домов Оренбургской области

Наименование параметра	Единица измерения	Значение параметра
1	2	3
Продолжительность действия РПКР	лет	30 лет
Последний год РПКР		2043
Начислено взносов на капитальный ремонт в 2024 г.	млн. руб.	2 270,12
Собрано взносов на капитальный ремонт в 2024 г.	млн. руб.	2 152,98
Задолженность собственников по уплате взносов на капитальный ремонт	млн. руб.	1 266,18
Бюджетная поддержка	млн. руб.	139,91
Количество МКД в РПКР	ед.	9 717
Площадь МКД в РПКР,	тыс. кв.м.	31 429,06
Площадь помещений, по которой осуществляется начисление взносов, тыс. кв.м.	тыс. кв.м.	20 618,41

Продолжение таблицы 2

1	2	3
Площадь МКД в РПКР ("котёл")	тыс. кв.м.	19 250,32
Количество работ, запланированных на прошлый период, но не выполненных на начало года и выполняющихся в 2024 году	шт.	35
Конструктивные элементы и системы в РПКР, всего	шт.	65 461
Внутридомовые инженерные системы электроснабжения	шт.	9 462
Внутридомовые инженерные системы теплоснабжения	шт.	7 497
Внутридомовые инженерные системы газоснабжения	шт.	5 542
Внутридомовые инженерные системы водоснабжения	шт.	8 338
Внутридомовые инженерные системы водоотведения	шт.	5 476
Лифты, лифтовые шахты, машинные и блочные помещения	шт.	4 452
Крыши	шт.	9 661
Подвалы	шт.	4 272
Фасады	шт.	5 209
Фундаменты	шт.	5 552

Проведенный расчет всех показателей, рекомендуемых Минстроем РФ [6] показывает, что планируемые показатели не достигнуты.

Таблица 3 – Сравнение показателей оценки финансовой устойчивости

Наименование показателя функционирования	Значение планируемых показателей по итогам 2024 года (%)	Значение фактических показателей по итогам 2024 года (%)
Общее обеспечение программы	77,27	61,53
Базовое обеспечение программы	75,04	71,04
Расширенный показатель обеспечения программы	98,65	62,81
Валовое покрытие базовых обязательств регионального оператора	75,02	55,64
Общее обеспечение программы регионального оператора	77,95	75,30
Обеспечение краткосрочных обязательств регионального оператора	100,00	43,96

Проанализировав результаты реализации программы и планов капитального ремонта, были выявлены основные факторы, влияющие на снижение финансовой устойчивости:

1) программа капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах сформирована не на актуальных и достоверных данных о фактическом состоянии жилищного фонда:

– в программу включены аварийные дома, подлежащие сносу и реконструкции;

- в программу включены дома с высоким процентом физического износа, ремонт которых экономически нецелесообразен;
- в программу несвоевременно включаются вновь введенные дома;
- сроки проведения работ, предусмотренные программой, не соответствуют фактическому техническому состоянию многоквартирного дома.

2) утвержденный размер минимального взноса на капитальный ремонт общего имущества в многоквартирных домах экономически необоснованный;

3) снижение стоимости работ по капитальному ремонту приводит к сокращению межремонтного срока и как следствие к увеличению расходов в долгосрочной перспективе.

В заключение можно отметить, что выработка организационно-технологических и управленческих решения при проведении работ по капитальному ремонту общего имущества в многоквартирных домах, позволяющих устранить вышеперечисленные факторы риска, позволит достигнуть значений целевых показателей региональной программы капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах.

Список литературы

1. Послание Президента РФ Владимира Путина Федеральному Собранию: послание Президента РФ Федеральному Собранию от 12 дек. 2013 г. // Российская газета. 2013. 13 дек.

2. Айзинова И.М. Капитальный ремонт в экономическом и социальном измерении // Проблемы прогнозирования. 2016. №4 (157) С. 124 – 137.

3. Сорокин М.А., Сорокина Г.В. Взносы на капитальный ремонт многоквартирных домов в РФ: о мнимых и истинных бенефициарах // Вестник Томского государственного университета. Экономика. 2017. № 40. С. 141 - 151 DOI: 10.17223/19988648/40/12.

4. Ермишина А.В., Мозгунова М.А. Оценка финансовой устойчивости региональных программ капитального ремонта многоквартирных домов в России // Государственное и муниципальное управление. Ученые записки. 2020. №4. С. 83-90 DOI: 10.22394/2079-1690-2020-1-4-83-90.

5. Самосудова Н.В. Проблемы финансирования капитального ремонта многоквартирных домов // Строительство: наука и образование. 2015. № 3. URL: http://nso-journal.ru/public/journals/1/issues/2015/03/3_Samosudova.pdf.

6. Приказ Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ от 1 декабря 2016 г. N 871/пр "Об утверждении форм мониторинга и отчетности реализации субъектами Российской Федерации региональных программ капитального ремонта общего имущества в многоквартирных домах и признании утратившими силу отдельных Приказов Минстроя России" (с изменениями и дополнениями). // Электронный ресурс/ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_364191/

7. Указ Губернатора Оренбургской области № 558-ук «План мероприятий по обеспечению в Оренбургской области финансовой устойчивости региональной программы «Проведение капитального ремонта

общего имущества в многоквартирных домах, расположенных на территории Оренбургской области, в 2014–2043 годах» на период с 2019 по 2024 год. // Электронный ресурс / <https://base.garant.ru/73169482/>.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ СРОКА СЛУЖБЫ ГАЗОВОЗДУШНОГО ТРАКТА, ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОТЛА БКЗ-420-140НГМ.

**Легких Б.М., кандидат технических наук, доцент, Федеральное
государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования «Оренбургский государственный университет»,**

**Зуев С.М., инженер 2 категории тепломеханической группы ПКБ,
«АО Инженерный центр», г. Оренбург**

Аннотация: Надежность работы газозвдушного тракта (ГВТ) напрямую зависят от его долговечности, на которую негативно влияет коррозия. Стальные газоходы служат меньше нормативного срока эксплуатации. Применение коррозионностойких материалов – ключевой фактор к увеличению срока службы ГВТ. Необходимость экономайзера и возможность установки оборудования для снижения содержания серы в составе газа. Экономический эффект идеи применения полимеров.

Ключевые слова: газозвдушный тракт, коррозия, надежность, полимерные материалы, условия эксплуатации, оценка эффективности, повышение КПД, БКЗ-420-140НГМ, экономайзер.

Котлоагрегат на ТЭЦ представляет собой ключевое оборудование для обеспечения надежного и эффективного производства тепловой энергии. Важным аспектом его эксплуатации является срок службы, который определяется качеством проектирования, условиями эксплуатации, качеством основных материалов и своевременности технического обслуживания. Однако решающую роль играет состояние газоходов, которые являются самым уязвимым элементов котлоагрегата. Зачастую газозвдушный тракт изготавливаются из углеродной стали, соответственно, подвержен коррозии, т.к. обеспечивает транспортировку продуктов сгорания от котла к дымовой трубе. Долговечность газоходов напрямую зависит от температуры дымовых газов. При высоких температурах происходит активизация коррозионных процессов, что приводит к разрушению защитных покрытий и самой стали. Наличие в дымовых газах сернистых соединений, хлора и других агрессивных компонентов, неправильный температурный режим, наличие конденсата, – все это способствует образованию коррозионных процессов, а значит и подчеркивает важность применения дополнительных мер защиты по обеспечению долговечности и надежности газозвдушного тракта.

Целью работы является исследование различных материалов, применяемых для изготовления ГВТ, а также возможность применения оборудования, которое повысит КПД и долговечность котельной в целом.

Объектом исследования является котлоагрегат БКЗ-420-140НГМ, расположенный в котельном отделении главного корпуса Каргалинской теплоэлектроцентрали (ТЭЦ).

БКЗ-420-140НГМ – это однобарабанный вертикально-водотрубный котел с естественной циркуляцией, разработанный Барнаульским котельным заводом и предназначенный для сжигания природного газа и мазута [1].

Расход топлива на котел – 3800 нм³/ч по газу, 3650 нм³/час по мазуту. В нашем случае основным и резервным видом топлива является природный газ. Температура уходящих газов: 65–139°С за РВП, 35–90°С КПП. (зависимость от КА и нагрузки). Температура воздуха: перед РВП -40°С +40°С, за РВП 103–125 °С (зависимость от температуры наружного воздуха). Состав продуктов сгорания: CO₂ – 10-13%, CO – 0 ppm, NO – 30-90 ppm, NO₂ – 0 ppm, SO₂ – 4-42 ppm. Типичный нормативный срок эксплуатации для котлов такого типа составляет порядка 25-30 лет, однако в реальных условиях он может быть ограничен состоянием газоходов и трубных систем.

В ходе проведенного обследования были выявлены значительные повреждения ГВТ. В настоящее время на газоходах котлоагрегата КТЭЦ имеются разрушение теплоизоляционного покрытия стальных газоходов, следы выхода конденсата, сквозная коррозия металлических газоходов, коррозия металлоконструкций газоходов, отсутствие антикоррозийного покрытия внутренних поверхностей стальных газоходов. По результатам обследования и экспертизы промышленной безопасности выявлены дефекты и повреждения категории опасности «Б» и «В» и принято решение о полной замене существующих сетей ГВТ.

Зачастую, газоходы изготавливаются из различных марок сталей, вследствие этого интенсивность коррозии чаще всего становится лимитирующим фактором по сроку службы газотранспортных систем котлоагрегата. Их срок службы не превышает 15 лет, при учете эксплуатации в условиях повышенной коррозионной активности и высокой температуры, а также ограниченного доступа и сложных условий эксплуатации. Как правило, интенсивное коррозионное и эрозионное воздействие приводит к образованию трещин, прогаров и других дефектов, что резко снижает надежность и безопасность работы оборудования [2].

Выход из строя газоходов становится одной из главных причин вынужденных ремонтов и остановок котлоагрегатов, требующих полной замены ГВТ. Процедура замены газоходов крайне трудоемка и занимает значительное время: монтаж внутренних элементов газовых сетей проводится в стесненных условиях, что усложняет и замедляет работу специалистов. В совокупности замена газоходов и всех сопутствующих элементов может занимать до двух

месяцев, в течение которых котлоагрегат вынужден простоять без работы. Данная остановка ведет к значительным экономическим потерям, связанным не только с затратами на новый ГВТ, но и с утратой производственной мощности и необходимости планирования технологического процесса с учетом простоев. Для увеличения срока службы газоходов, исследуемого котлоагрегата целесообразно использовать коррозионностойкие материалы. К таким материалам относятся нержавеющие стали и сплавы, полимерные материалы, а также специальные полимерные покрытия, которые обеспечивают защиту от коррозии. Применение нержавеющих сталей и сплавов позволяет увеличить срок службы газоходов до 20–25 лет. Газоходы, изготовленные из полимеров, могут прослужить вдвое больше, даже при учете эксплуатации котлоагрегата в условиях повышенной агрессивности среды, что снижает затраты на ремонт и техническое обслуживание [3].

В последние десятилетия для изготовления ГВТ все чаще используется стеклопластик — композиционный материал, обладающий рядом существенных преимуществ по сравнению с металлом. Стеклопластиковые трубы и конструкции характеризуются высокой коррозионной стойкостью, устойчивостью к воздействию кислот, щелочей и солей, а также низким весом. Лабораторные испытания и практический опыт эксплуатации показывают, что срок службы стеклопластиковых газоходов может достигать 50 лет, что существенно превышает аналогичный показатель для стальных конструкций. Кроме того, стеклопластик благодаря своей гладкой внутренней поверхности обеспечивает низкое сопротивление потоку газов, уменьшая энергетические потери и повышая эффективность работы оборудования. Монтаж и демонтаж стеклопластиковых элементов происходит проще и быстрее, благодаря меньшему весу и отсутствию необходимости проведения сварочных работ в стесненных условиях [4].

Из-за более длительного срока службы и высокой коррозионной стойкости ГВТ, изготовленный из стеклопластика, требует значительно меньших затрат на техническое обслуживание и ремонт. Как было отмечено ранее, преждевременный выход из строя стальных газоходов приводит к вынужденным остановкам оборудования, и на замену ГВТ может уходить до двух месяцев работы станции из-за сложности монтажа в ограниченном пространстве. Использование стеклопластика исключает внеплановые отключения, демонтаж и монтаж новых сетей происходят быстрее и проще, что минимизирует время простоя котлоагрегатов, а соответственно, повышение общей эффективности работы котлоагрегатов и тепловых электростанций. В долгосрочной перспективе именно применение стеклопластиковых материалов оказывается более выгодным с экономической точки зрения, обеспечивая надежность и

бесперебойность работы ГВТ. Практика эксплуатации и научные исследования показывают, что замена традиционных сталей на композиты позволяет увеличить ресурс работы газоходов минимум вдвое, при правильной эксплуатации [3, 6].

При применении стекловолоконистых материалов для изготовления коробов ГВТ крайне важно учитывать температурные режимы работы, так как эти материалы имеют ограниченный диапазон рабочих температур. Интеграция экономайзера является обязательным условием успешного применения коррозионностойких материалов на основе стекловолокна, позволяя сохранять оптимальный температурный режим и предотвращать преждевременный износ конструкции. В условиях, рассматриваемого объекта и оборудования, котлоагрегат БКЗ-420-140НГМ имеет встроенный экономайзер, включающий в себя две ступени, соединенные последовательно. Температура газов на выходе из котла составляет около 139 °С, что попадает в нормативный диапазон до 150 °С, разрешённый для эксплуатации коробов из стекловолокна [5, 6].

На Каргалинскую ТЭЦ подводится природный газ с Оренбургского газоконденсатного месторождения. Концентрация сероводорода (H_2S) в сырьевом газе может достигать до 2,7%, что требует эффективных мер по очистке газа от серы как на этапе подачи, так и при выбросах после полного цикла через дымовую трубу. Для улавливания серы при подаче газа применяются мокрые скрубберы, или же установки Клауса. Мокрые скрубберы зарекомендовали себя при применении на промышленных объектах аналогичного типа, т.к. обеспечивают улавливание до 95–99% оксидов серы, что значительно снижает экологическую нагрузку на окружающую среду. Интеграция подобной системы способствует долгосрочной устойчивости и безопасности работы Каргалинской ТЭЦ [7, 8].

Таким образом использование коррозионностойких материалов для изготовления газоходов является актуальным и эффективным направлением для повышения срока службы оборудования и снижения эксплуатационных рисков. Внедрение современных технологий и материалов, в том числе стеклопластика, позволит обеспечить надежную работу котлоагрегата, что в свою очередь повысит эффективность работы всей теплоэлектроцентрали. Коррозионная стойкость полимеров, длительный срок эксплуатации и простота монтажа обеспечивают экономию на ремонтах, минимизацию технологических простоев и, соответственно, повышение общей эффективности работы котлоагрегатов. Применение экономайзера в системе ГВТ существенно расширяет возможности использования современных коррозионностойких материалов, а применение оборудования для улавливания серы позволяет эффективно контролировать её концентрацию, снижая

вредное воздействие на экологию и обеспечивая надежную и безопасную эксплуатацию ГВТ и всего котлоагрегата.

Список литературы

1. Карауш С. А., Хуторной А.Н. Теплогенерирующие установки систем теплоснабжения: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению «Строительство» / А.Н. Хуторной. — Томск: Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2003. — 161 с. : ил. ISBN 5-93057-118-X.
2. Коррозия и защита металлов. В 2 ч. Ч. 1. Методы исследований коррозионных процессов : учебно-методическое пособие/ Н. Г. Россина, Н. А. Попов, М. А. Жиликова, А. В. Корелин. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 108 с. ISBN 978-5-7996-2577-1 (общ.)
3. Батиенков Р. В., Бурковская Н. П., Большакова А. Н., Худнев А. А. Высокотемпературные композиционные материалы с металлической матрицей (обзор) // Труды ВИАМ. 2020. №6-7 (89). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vysokotemperaturnye-kompozitsionnye-materialy-s-metallicheskoj-matritsey-obzor> (дата обращения: 13.05.2025).
4. Рошин, Н. Н. Возможные пути защиты поверхностей нагрева от коррозии во время пуска и остановки оборудования ТЭЦ / Н. Н. Рошин, П. В. Кальницкий. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2016. — № 25 (129). — С. 64-66. — URL: <https://moluch.ru/archive/129/35648/> (дата обращения: 13.05.2025).
5. Зройчиков, Николай Алексеевич. Совершенствование газоздушного тракта энергетических котлов с целью повышения надежности и экономичности энергетического оборудования : автореферат дис. ... доктора технических наук : 05.14.14 / АО МОСЭНЕРГО. — Москва, 2000. — 34 с..
6. Рихтер Л.А. Газовоздушные тракты тепловых электростанций. М.: Энергия, 1969.
7. Пеккер Я.Л. Теплотехнические расчеты по приведенным характеристикам топлива. М.: Энергия. 1977.
8. Сидулов М.В., Мартынов В.А., Воробьев Л.А., Зройчиков Н.А, Лукин С.В. Математическое моделирование и оптимизация режимов работы ТЭЦ.//Теплоэнергетика №10, 1993г., с.21-25.

ИНТЕРПРЕТАЦИЯ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ (РАСЧЁТНЫХ) РАСХОДОВ ВОДЫ ИЗ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ НА ТЕПЛОВОЙ ПУНКТ

Изаак С.А.,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация: в статье приводится анализ методики определения максимальных (расчётных) расходов воды из тепловой сети на тепловой пункт, приведённой в СП 41-101-95 и СП 510.1325800.2022, с изложением её в более удобном для расчётов на ЭВМ виде.

Ключевые слова: тепловой пункт, тепловая сеть, расход сетевой воды, методика, СП 41-101-95, СП 510.1325800.2022.

Свод правил «Проектирование тепловых пунктов» [1, прил. 10], а также «Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения» [2, прил. А] предоставляют методику определения максимальных (расчётных) расходов теплоносителя на тепловые пункты, предназначенные для присоединения к водяным тепловым сетям систем отопления, вентиляции и горячего водоснабжения объектов теплоснабжения. В оригинальном изложении данная методика удобна для выполнения «ручного» расчёта, однако в свете повсеместного применения сегодня ЭВМ для инженерных расчётов представляется полезным интерпретировать её с несколько иного ракурса.

При определении максимального расхода сетевой воды на тепловой пункт методика предписывает сравнить и принять большее из значений:

а) расчётного расхода сетевой воды на тепловой пункт в максимально-зимнем режиме (при температуре наружного воздуха, t_o , наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92), $G_d^{зим}$;

б) расчётного расхода сетевой воды на тепловой пункт в режиме, соответствующем точке излома температурного графика работы тепловой сети, $G_d^{изл}$.

То есть

$$G_d = \max(G_d^{зим}; G_d^{изл}) , \quad (1)$$

где G_d – максимальный (расчётный) расход сетевой воды на тепловой пункт, т/ч;
 $G_d^{зим}$ – расчётный расход сетевой воды на тепловой пункт в максимально-зимнем режиме, т/ч;

$G_d^{\text{изл}}$ – расчётный расход сетевой воды на тепловой пункт в точке излома температурного графика, т/ч.

В максимально-зимнем режиме, в соответствии с методикой, учитываются расходы сетевой воды на отопление и вентиляцию:

$$G_d^{\text{зим}} = G_{\text{до}}^{\text{зим}} + G_{\text{дв}}^{\text{зим}}, \quad (2)$$

$$G_{\text{до}}^{\text{зим}} = \frac{Q_{\text{оmax}} \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{\text{max}} - T_{2\text{o}}^{\text{max}})}, \quad (3)$$

$$G_{\text{дв}}^{\text{зим}} = \frac{Q_{\text{vmax}} \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{\text{max}} - T_{2\text{v}}^{\text{max}})}, \quad (4)$$

где $G_{\text{до}}^{\text{зим}}$ – расчётный расход сетевой воды на отопление в максимально-зимнем режиме, т/ч;

$G_{\text{дв}}^{\text{зим}}$ – расчётный расход сетевой воды на вентиляцию в максимально-зимнем режиме, т/ч;

$Q_{\text{оmax}}$ – максимальная тепловая нагрузка отопления (при температуре наружного воздуха t_o), Гкал/ч;

Q_{vmax} – максимальная тепловая нагрузка вентиляции (при температуре наружного воздуха t_o), Гкал/ч;

T_1^{max} – температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети в максимально-зимнем режиме, °С;

$T_{2\text{o}}^{\text{max}}$ – температура воды в обратном трубопроводе в тепловую сеть от системы отопления в максимально-зимнем режиме, °С;

$T_{2\text{v}}^{\text{max}}$ – температура воды в обратном трубопроводе в тепловую сеть от системы вентиляции в максимально-зимнем режиме, °С;

c – удельная массовая теплоёмкость воды, равная 1 ккал/(кг · °С).

Если по графику температурного регулирования $T_{2\text{o}}^{\text{max}} = T_{2\text{v}}^{\text{max}} = T_{2\text{ov}}^{\text{max}}$, то расчётная формула упрощается:

$$G_d^{\text{зим}} = G_{\text{dov}}^{\text{зим}} = \frac{(Q_{\text{оmax}} + Q_{\text{vmax}}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{\text{max}} - T_{2\text{ov}}^{\text{max}})}, \quad (5)$$

где величины с индексом «ov» подразумевают суммарные значения для отопления и вентиляции.

Расход греющей воды из тепловой сети на горячее водоснабжение (ГВС) в максимально-зимнем режиме методикой не учитывается, так как в сравнении с расходом сетевой воды на отопление и вентиляцию он оказывается пренебрежимо мал. В случае же, если тепловой пункт предназначен только для приготовления горячей воды, то расход греющей воды на горячее водоснабжение в точке излома температурного графика будет заведомо выше, чем в максимально-зимнем режиме, так как $T_1^{\max} > T_1^{\text{изл}}$, и тепловая нагрузка горячего водоснабжения от температуры наружного воздуха не зависит.

В режиме, соответствующем точке излома температурного графика работы тепловой сети, учитываются расходы сетевой воды на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение:

$$G_d^{\text{изл}} = G_{\text{до}}^{\text{изл}} + G_{\text{dv}}^{\text{изл}} + G_{\text{dh}}^{\text{изл}} \quad , \quad (6)$$

где $G_{\text{до}}^{\text{изл}}$ – расчётный расход сетевой воды на отопление в точке излома температурного графика, т/ч;

$G_{\text{dv}}^{\text{изл}}$ – расчётный расход сетевой воды на вентиляцию в точке излома температурного графика, т/ч;

$G_{\text{dh}}^{\text{изл}}$ – расчётный расход сетевой воды на горячее водоснабжение в точке излома температурного графика, т/ч.

Для отопления и вентиляции:

$$G_{\text{до}}^{\text{изл}} = \frac{Q_o^{\text{изл}} \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{\text{изл}} - T_{2o}^{\text{изл}})} \quad , \quad (7)$$

$$G_{\text{dv}}^{\text{изл}} = \frac{Q_v^{\text{изл}} \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{\text{изл}} - T_{2v}^{\text{изл}})} \quad , \quad (8)$$

или, при равенстве $T_{2o}^{\text{изл}} = T_{2v}^{\text{изл}} = T_{2ov}^{\text{изл}}$

$$G_{\text{dov}}^{\text{изл}} = \frac{(Q_o^{\text{изл}} + Q_v^{\text{изл}}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{\text{изл}} - T_{2ov}^{\text{изл}})} \quad , \quad (9)$$

где $Q_o^{\text{изл}}$ – тепловая нагрузка отопления при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика, Гкал/ч;

$Q_v^{\text{изл}}$ – тепловая нагрузка вентиляции при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика, Гкал/ч;

$T_1^{\text{изл}}$ – температура воды в подающем трубопроводе тепловой сети в точке излома температурного графика, °С;

$T_{20}^{\text{изл}}$ – температура воды в обратном трубопроводе в тепловую сеть от системы отопления в точке излома температурного графика работы тепловой сети, °С;

$T_{2v}^{\text{изл}}$ – температура воды в обратном трубопроводе в тепловую сеть от системы вентиляции в точке излома температурного графика работы тепловой сети, °С.

Приведение значения максимальной тепловой нагрузки отопления к значению при температуре наружного воздуха, соответствующей точке излома температурного графика работы тепловой сети, выполняется с учётом постоянной в течение отопительного периода величины тепловыделений, $Q_{\text{выд}}$, компенсирующих часть тепловых потерь отапливаемого помещения. Для удобства $Q_{\text{выд}}$ можно рассматривать как составляющую тепловой нагрузки отопления, но со знаком «минус». Тогда

$$Q_o^{\text{max}} = Q_{o.\text{нк}}^{\text{max}} + (-Q_{\text{выд}}) \quad , \quad (10)$$

где $Q_{o.\text{нк}}^{\text{max}}$ – максимальная тепловая нагрузка отопления, не компенсируемая тепловыделениями («вся нагрузка»), Гкал/ч;

$Q_{\text{выд}}$ – тепловыделения, Гкал/ч.

Составляющая $Q_{o.\text{нк}}^{\text{max}}$ зависит от температуры наружного воздуха, а составляющая $(-Q_{\text{выд}})$ не зависит (принимается постоянной в течение отопительного периода). Чтобы пересчитать с учётом этого итоговую тепловую нагрузку отопления на другую температуру наружного воздуха, необходимо из «всей нагрузки» вычесть постоянную составляющую, остаток пересчитать на другую температуру наружного воздуха, а затем постоянную составляющую снова прибавить к результату:

$$Q_o^{\text{изл}} = [Q_{o.\text{нк}}^{\text{max}} - (-Q_{\text{выд}})] \cdot \frac{t_v^p - t_n^{\text{изл}}}{t_v^p - t_o} + (-Q_{\text{выд}}) = [Q_{o.\text{нк}}^{\text{max}} + Q_{\text{выд}}] \cdot \frac{t_v^p - t_n^{\text{изл}}}{t_v^p - t_o} - Q_{\text{выд}} \quad , \quad (11)$$

где t_v^p – температура внутреннего воздуха, поддерживаемая отоплением, °С;

$t_n^{\text{изл}}$ – температура наружного воздуха, соответствующая точке излома температурного графика работы тепловой сети, °С;

t_o – температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92, °С.

Для тепловой нагрузки вентиляции:

$$Q_v^{\text{изл}} = Q_{\text{vmax}} \cdot \frac{t_{\text{в}}^{\text{р}} - t_{\text{н}}^{\text{изл}}}{t_{\text{в}}^{\text{р}} - t_{\text{о}}} \quad (12)$$

Формулы расчёта расхода греющей сетевой воды для системы горячего водоснабжения различаются в зависимости от:

- а) наличия в системе баков-аккумуляторов горячей воды;
- б) схемы водоподогревателя: одноступенчатая или двухступенчатая;
- в) доли тепловой нагрузки вентиляции (для двухступенчатой схемы при отсутствии баков-аккумуляторов).

Принципы расчёта отражены в таблице 1.

Таблица 1 – Принципы расчёта расхода греющей воды из тепловой сети для системы горячего водоснабжения

Схема водоподогревателя	Наличие баков-аккумуляторов	Отсутствие баков-аккумуляторов	Примечание
1-ступенчатая	Исходя из средней часовой тепловой нагрузки системы ГВС.	Исходя из максимальной часовой тепловой нагрузки системы ГВС.	Тепловые потери системы ГВС в входят в эти нагрузки.
2-ступенчатая, $Q_{\text{vmax}} \leq 0,15Q_{\text{оmax}}$	Исходя из доли средней часовой водоразборной составляющей тепловой нагрузки ГВС, приходящейся на II ступень водоподогревателя, и тепловых потерь в системе ГВС.	Исходя из доли средней часовой водоразборной составляющей тепловой нагрузки ГВС, приходящейся на II ступень водоподогревателя, без учёта наибольшего (пикового) водопотребления, и тепловых потерь в системе ГВС.	Если вентиляционная нагрузка превышает 15 % отопительной, то возможна нестабильность изменения температуры обратной воды, поступающей в тепловой пункт; из-за малой инерционности калориферов не допускается снижение температуры теплоносителя, поступающего к ним.
2-ступенчатая, $Q_{\text{vmax}} > 0,15Q_{\text{оmax}}$		Исходя из доли средней часовой водоразборной составляющей тепловой нагрузки ГВС, приходящейся на II ступень водоподогревателя, с коэффициентом учёта наибольшего (пикового) водопотребления, и тепловых потерь в системе ГВС.	

Тепловая нагрузка системы горячего водоснабжения включает водоразборную составляющую – это теплота, затрачиваемая на нагрев разбираемого расхода воды, и тепловые потери – это теплота, рассеивающаяся в окружающую среду с наружной поверхности трубопроводов системы. Величина водоразборной составляющей нагрузки горячего водоснабжения зависит от расхода нагреваемой воды, а тепловые потери в системе горячего

водоснабжения, согласно [1, 2], принимаются в долях от среднечасовой водоразборной нагрузки:

$$Q_{hi} = Q_{hi}^B + Q_{\text{тп}} \quad , \quad (13)$$

$$Q_{\text{тп}} = Q_{\text{hm}}^B \cdot k_{\text{тп}} \quad , \quad (14)$$

где Q_{hi} – тепловая нагрузка системы горячего водоснабжения (водоразборная составляющая плюс тепловые потери), Гкал/ч (на месте индекса «i» может находиться «тах» для максимальной часовой или «т» для средней часовой);

Q_{hi}^B – водоразборная составляющая тепловой нагрузки горячего водоснабжения, Гкал/ч (индекса «i» – то же);

$Q_{\text{тп}}$ – тепловые потери в системе горячего водоснабжения, Гкал/ч;

$k_{\text{тп}}$ – коэффициент, учитывающий потери теплоты трубопроводами горячего водоснабжения, принимается, согласно [1, 2] по таблице 2.

Таблица 2 – Значения коэффициента $k_{\text{тп}}$

Тип системы ГВС	Система только с внутренними трубопроводами ГВС, без наружных	Система с внутренними и наружными трубопроводами ГВС	
		общий	в том числе только наружными трубопроводами
Без полотенцесушителей, стояки изолированы	0,10	0,15	0,05
С полотенцесушителями, стояки изолированы	0,20	0,25	0,05
С полотенцесушителями, стояки не изолированы	0,30	0,35	0,05

С учётом вышеотмеченного имеем:

$$Q_{\text{тп}} = \frac{Q_{\text{hm}} \cdot k_{\text{тп}}}{1 + k_{\text{тп}}} \quad , \quad (15)$$

$$Q_{\text{hm}}^B = \frac{Q_{\text{hm}}}{1 + k_{\text{тп}}} \quad , \quad (16)$$

$$Q_{\text{hmax}}^B = Q_{\text{hmax}} - Q_{\text{тп}} = Q_{\text{hmax}} - \frac{Q_{\text{hm}} \cdot k_{\text{тп}}}{1 + k_{\text{тп}}} \quad , \quad (17)$$

$$a = \frac{t_h - t_h^I}{t_h - t_c} \quad , \quad (18)$$

$$Q_{hi}^{B-II} = a \cdot Q_{hi}^B \quad , \quad (19)$$

где a – доля водоразборной составляющей тепловой нагрузки горячего водоснабжения, приходящейся на II ступень водоподогревателя;

Q_{hi}^{B-II} – водоразборная составляющая тепловой нагрузки горячего водоснабжения, приходящаяся на II ступень водоподогревателя, Гкал/ч;

t_h – температура горячей (нагреваемой) воды на выходе из водоподогревателя, °С, принимаемая так, чтобы обеспечить в местах водоразбора температуру горячей воды не ниже требуемой [2, 3];

t_c – минимальная температура холодной воды, нагреваемой в водоподогревателе, при отсутствии данных допускается принимать равной 5 °С;

t_h^I – температура нагреваемой воды на выходе из первой ступени водоподогревателя, °С.

Значение t_h^I в [1, 2] рекомендуется определять по формуле

$$t_h^I = T_2^{изл} - t, \quad (20)$$

где $t = 10$ °С для случая отсутствия баков-аккумуляторов при $Q_{vmax} > 0,15Q_{omax}$, $t = 5$ °С для всех остальных случаев;

$T_2^{изл}$ – температура обратной воды в тепловой сети в точке излома температурного графика.

Формулы для определения расчётного расхода сетевой воды на горячее водоснабжение в точке излома температурного графика сведены в таблицу 3.

Таблица 3 – Формулы для определения расчётного расхода сетевой воды на горячее водоснабжение в точке излома температурного графика

Схема водоподогревателя	Наличие баков-аккумуляторов	Отсутствие баков-аккумуляторов
1-ступенчатая	$G_{dh}^{изл} = \frac{Q_{hm} \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_{2r}^{изл})}$	$G_{dh}^{изл} = \frac{Q_{hmax} \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_{2r}^{изл})}$
2-ступенчатая, $Q_{vmax} \leq 0,15Q_{omax}$	$G_{dh}^{изл} = \frac{(Q_{hm}^B \cdot a + Q_{hm}^B \cdot k_{тп}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_2^{изл})} =$	$G_{dh}^{изл} = \frac{(k_3 \cdot Q_{hm}^B \cdot a + Q_{hm}^B \cdot k_{тп}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_2^{изл})} =$ $= \frac{(k_3 \cdot Q_{hm}^{B-II} + Q_{тп}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_2^{изл})}$
2-ступенчатая, $Q_{vmax} > 0,15Q_{omax}$	$= \frac{(Q_{hm}^{B-II} + Q_{тп}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_2^{изл})}$	$G_{dh}^{изл} = \frac{((Q_{hmax} - Q_{тп}) \cdot a + Q_{тп}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_2^{изл})} =$ $= \frac{(Q_{hmax}^B \cdot a + Q_{тп}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_2^{изл})} = \frac{(Q_{hm}^{B-II} + Q_{тп}) \cdot 10^3}{c \cdot (T_1^{изл} - T_2^{изл})}$

В таблице 3 помимо уже известных встречаются следующие обозначения:

$T_{2г}^{изл}$ – температура горячей воды на выходе из водоподогревателя горячего водоснабжения в точке излома температурного графика, в [1, 2] рекомендуется принимать равной 30 °С;

k_3 – коэффициент учёта наибольшего (пикового) водопотребления в системе ГВС, в [1, 2] рекомендуется принимать $k_3 = 1,2$.

Для обеспечения целостности восприятия методики полезно указать здесь на связь максимальной и средней водоразборной тепловой нагрузки горячего водоснабжения:

$$Q_{hm}^B = \frac{Q_{hmax}^B}{k_q}, \text{ тогда } k_q = \frac{Q_{hmax}^B}{Q_{hm}^B} \quad (21)$$

где k_q – коэффициент часовой неравномерности потребления (разбора) горячей воды, способы определения которого рассмотрены в [4].

При этом следует отметить, что, строго говоря, $k_q \neq \frac{Q_{hmax}}{Q_{hm}}$, так как

$\frac{Q_{hmax}}{Q_{hm}} \neq \frac{Q_{hmax}^B + Q_{гп}}{Q_{hm}^B + Q_{гп}}$, однако на практике этим часто пренебрегают.

Список литературы

1. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов // Система нормативных документов «Меганорм». – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294851/4294851779.pdf> (дата обращения: 04.09.2025). – Текст: электронный.

2. СП 510.1325800.2022. Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения // Минстрой России. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/d36/SP-510.pdf> (дата обращения: 04.09.2025). – Текст: электронный.

3. СП 30.13330.2016 Внутренний водопровод и канализация зданий. Актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85*. // Система нормативных документов «Меганорм». – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293747/4293747640.pdf> (дата обращения: 04.09.2025). – Текст: электронный.

4. Изаак С.А. Расчётные способы определения коэффициента часовой неравномерности потребления горячей воды [Электронный ресурс] / С.А. Изаак // Университетский комплекс как региональный центр

образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. –
Оренбург : ОГУ, 2025. – С. 2694–2698.

К ВОПРОСУ ПРАВИЛЬНОГО РАСЧЁТА СРЕДНЕЛОГАРИФМИЧЕСКОГО ТЕМПЕРАТУРНОГО НАПОРА ВОДОПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ В ТЕПЛОВЫХ ПУНКТАХ

Изаак С.А.,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация: в статье раскрывается принцип правильного расчёта среднелогарифмического температурного напора рекуперативных теплообменников, работающих в тепловых пунктах без изменения агрегатного состояния обменивающихся теплотой сред.

Ключевые слова: температурный напор, теплообменник, теплоснабжение, тепловой пункт.

В тепловых пунктах объектов коммунального теплоснабжения применяются водоподогреватели отопления и горячего водоснабжения на основе рекуперативных теплообменных аппаратов (кожухотрубных, пластинчатых), преимущественно водоводяных [1, 2]. При выполнении связанных с ними конструкторских и поверочных расчётов возникает необходимость в определении среднелогарифмического температурного напора. Температурный напор является параметром, определяющим движущую силу теплопередачи [3].

В [1, 2] к расчёту среднелогарифмического температурного напора (среднелогарифмической разности температур между греющей и нагреваемой водой) водоводяных теплообменников для отопления и горячего водоснабжения представлена следующая общая формула:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{2,3 \lg \frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}}}, \quad (1)$$

где $\Delta t_{\text{ср}}$ – среднелогарифмический температурный напор, °С;

$\Delta t_{\text{б}}$ и $\Delta t_{\text{м}}$ – соответственно бóльшая и меньшая разность температур между греющей и нагреваемой водой, °С.

Во избежание ошибок, встречающихся на практике при использовании этой формулы, целесообразно проанализировать величины, входящие в данную формулу, с уточняющими пояснениями.

Как известно, при работе рекуперативного теплообменника температура греющей среды на всей поверхности теплообмена всегда выше, чем температура

среды нагреваемой, находящейся в той же точке по другую сторону разделяющей стенки. Рассмотрим рисунок 1.

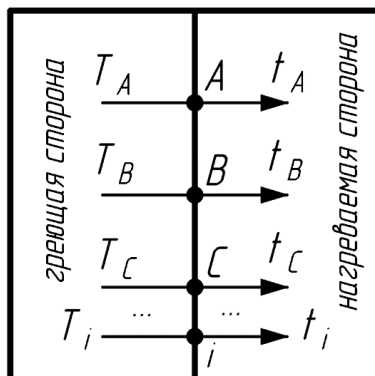


Рисунок 1 – Направление передачи теплоты в рекуперативном теплообменнике (показано стрелками)

В каждой точке поверхности теплообмена – A , B , C , а также и любой i – температура греющей среды, T , выше температуры нагреваемой среды, t : $T_A > t_A$, $T_B > t_B$, $T_C > t_C$, а также $T_i > t_i$. Это справедливо и для противоточной, и для прямоточной схем движения рабочих сред, рисунок 2.

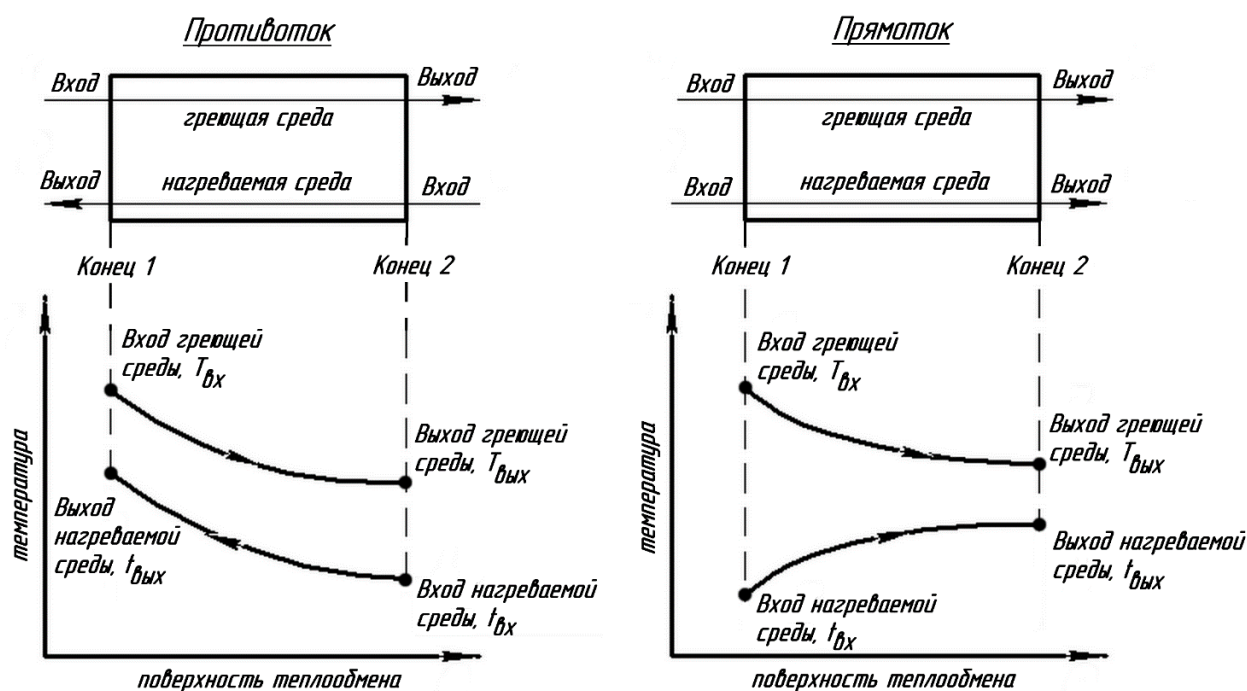


Рисунок 2 – Пример изменения температур рабочих сред вдоль поверхности теплообмена водоводяного рекуперативного теплообменника

В этой связи полезно обозначить «концы» теплообменника, как показано на рисунке 2. Именно на концах теплообменника следует определять бóльшую и

меньшую разность температур между греющей и нагреваемой водой при расчёте среднелогарифмического температурного напора.

На рисунках 3 и 4 приведены схемы с наиболее распространёнными типами теплообменных аппаратов, работающих в тепловых пунктах: кожухотрубным и пластинчатым, для противотока и прямотока.

Следует отметить, что противоточная схема движения рабочих сред в сравнении с прямоточной позволяет получить бóльшую среднеинтегральную разность температур по поверхности теплообмена, возможность нагреть нагреваемую среду до более высокой температуры, меньший размер теплообменника [4].

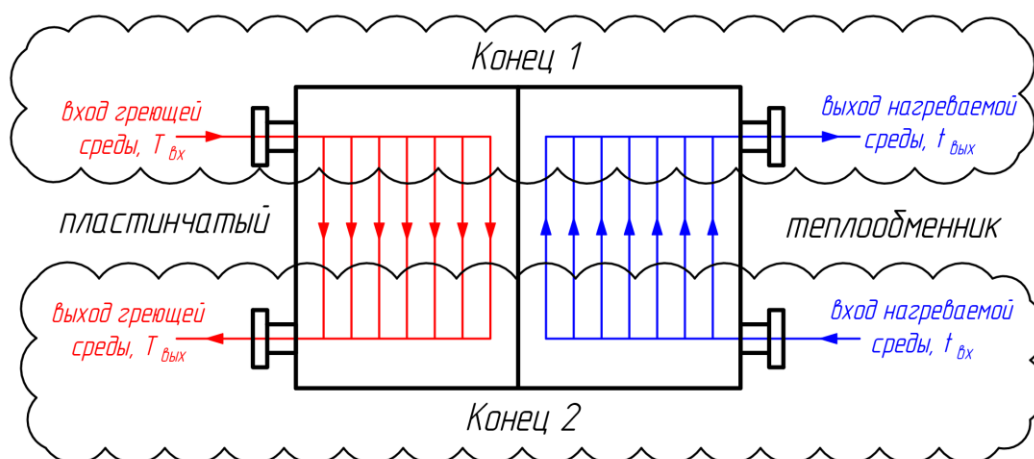
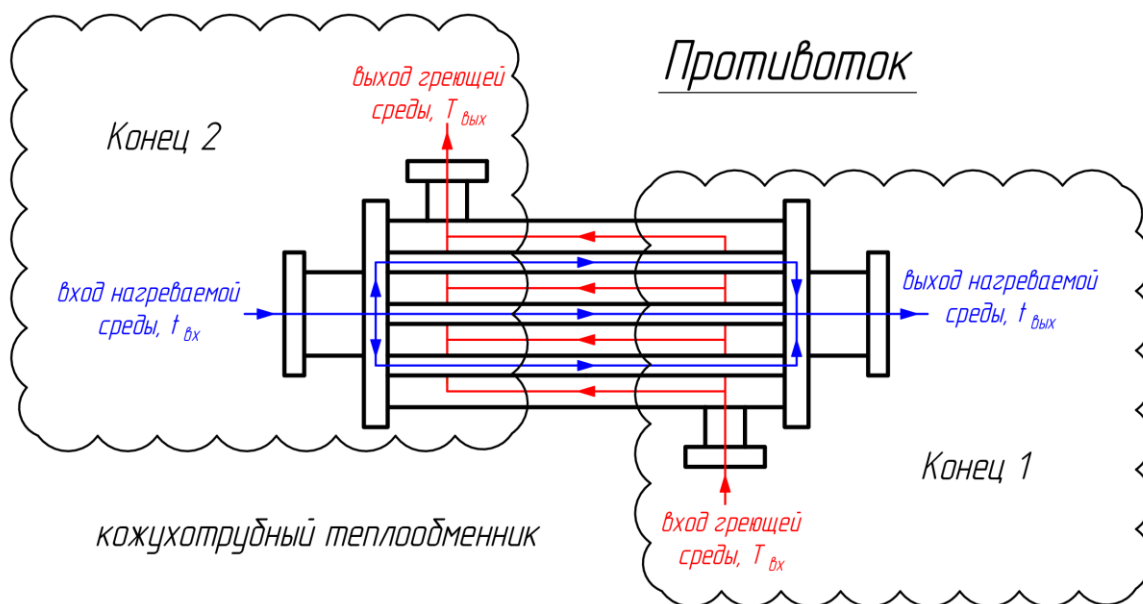


Рисунок 3 – Противоточная схема

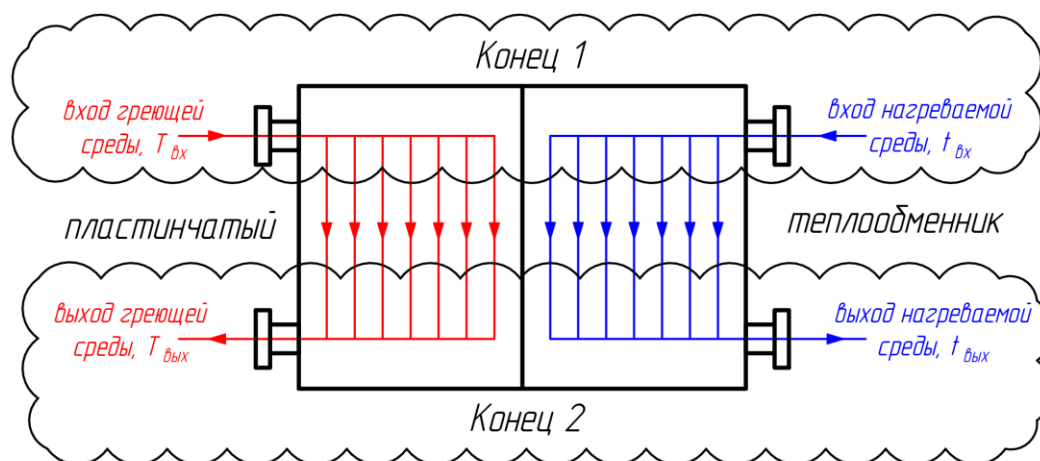
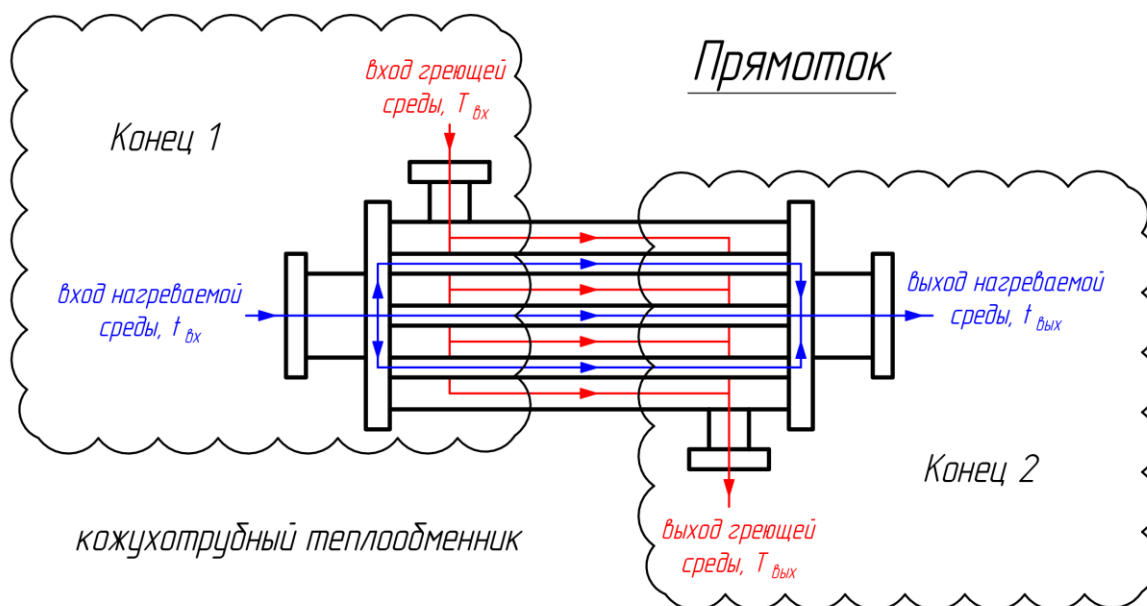


Рисунок 4– Прямоточная схема

Таким образом, при вычислении среднелогарифмического температурного напора в теплообменном аппарате по принципу «бóльшая» и «меньшая» необходимо определять следующие разности температур рабочих сред:

1 Для противоточного аппарата:

- а) «вход греющей» – «выход нагреваемой» ($T_{\text{вх}} - t_{\text{вых}}$);
- б) «выход греющей» – «вход нагреваемой» ($T_{\text{вых}} - t_{\text{вх}}$).

2 Для прямоточного аппарата:

- а) «вход греющей» – «вход нагреваемой» ($T_{\text{вх}} - t_{\text{вх}}$);
- б) «выход греющей» – «выход нагреваемой» ($T_{\text{вых}} - t_{\text{вых}}$).

С учётом этого и того, что $2,3 \lg x = \ln x$, формулу (1) можно записать в принятых обозначениях:

а) для противотока:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\max[(T_{\text{BX}} - t_{\text{ВЫХ}}); (T_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{BX}})] - \min[(T_{\text{BX}} - t_{\text{ВЫХ}}); (T_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{BX}})]}{\ln \frac{\max[(T_{\text{BX}} - t_{\text{ВЫХ}}); (T_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{BX}})]}{\min[(T_{\text{BX}} - t_{\text{ВЫХ}}); (T_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{BX}})]}}, \quad (2)$$

б) для прямотока:

$$\Delta t_{\text{cp}} = \frac{\max[(T_{\text{BX}} - t_{\text{BX}}); (T_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВЫХ}})] - \min[(T_{\text{BX}} - t_{\text{ВЫХ}}); (T_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВЫХ}})]}{\ln \frac{\max[(T_{\text{BX}} - t_{\text{ВЫХ}}); (T_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВЫХ}})]}{\min[(T_{\text{BX}} - t_{\text{ВЫХ}}); (T_{\text{ВЫХ}} - t_{\text{ВЫХ}})]}}. \quad (3)$$

Отмеченное справедливо не только для водоводяных, но и для других теплообменных аппаратов, работающих без изменения агрегатного состояния обменивающихся теплотой сред.

Список литературы

1. СП 41-101-95. Проектирование тепловых пунктов // Система нормативных документов «Меганорм». – URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294851/4294851779.pdf> (дата обращения: 09.09.2025). – Текст: электронный.
2. СП 510.1325800.2022. Тепловые пункты и системы внутреннего теплоснабжения // Минстрой России. – URL: <https://www.minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/d36/SP-510.pdf> (дата обращения: 09.09.2025). – Текст: электронный.
3. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Теплообмен. Учебное пособие для вузов. – 2-е издание, дополненное и переработанное. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с. – ISBN 5-7046-1270-9.
4. Федоровский К.Ю. Теплопередача и теплообменные аппараты : учебник / К.Ю. Федоровский, Н.К. Гриненко. – Москва: ИНФРА-М. 2025. – 214 с. – ISBN 978-5-16-020382-9.

ВВЕДЕНИЕ КУРСА РОБОТОТЕХНИКИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ СПЕЦИАЛЬНОСТИ

Тукашев Ж.Б., канд. техн. наук, Казагачев В.Н., специалист,
Актюбинский региональный университет им. К. Жубанова

Аннотация: В статье рассматривается необходимость интеграции курса робототехники в образовательные программы строительных специальностей высших учебных заведений. Анализируются современные тенденции автоматизации строительной отрасли, обосновывается актуальность подготовки специалистов, владеющих навыками работы с робототехническими системами. Представлена структура предлагаемого курса, включающая теоретические основы робототехники, практические занятия по программированию и управлению строительными роботами, а также проектную деятельность. Рассмотрены ожидаемые результаты внедрения данного курса и его влияние на качество подготовки будущих строителей в условиях цифровой трансформации отрасли.

Ключевые слова: робототехника, строительное образование, автоматизация строительства, цифровые технологии, инновационные методы обучения, строительные роботы, BIM-технологии, Industry 4.0

Современная строительная отрасль переживает период кардинальных изменений, связанных с внедрением цифровых технологий и автоматизированных систем. Роботизация строительных процессов перестала быть футуристической концепцией и становится реальностью, требующей от специалистов новых компетенций и знаний.

Исследования рынка строительной робототехники показывают рост рыночной стоимости:

- Grand View Research оценивает глобальный рынок строительных роботов в 1,37 миллиарда долларов США в 2024 году с прогнозируемым ростом на 18,0% в год с 2025 по 2030 год [Construction Robots Market Size | Industry Report, 2030](#)
- Straits Research оценил глобальный рынок строительной робототехники в 50 миллионов долларов в 2021 году, который ожидается вырастет до 164 миллионов долларов при среднегодовом темпе роста 14% [Construction Robotics Market Size is projected to reach USD 164 Million by 2030, growing at a CAGR of 14%: Straits Research](#)

Традиционная система строительного образования, ориентированная на классические методы проектирования и строительства, не в полной мере отвечает современным вызовам цифровой трансформации отрасли. Возникает необходимость формирования у студентов понимания принципов работы робототехнических систем, их возможностей и ограничений в контексте строительной деятельности.

Актуальность внедрения курса робототехники

Современное строительство характеризуется внедрением инновационных технологий: 3D-печати зданий, автоматизированной укладки кирпича,

роботизированной сварки арматуры, беспилотных систем для мониторинга строительных объектов. Эти технологии требуют от специалистов глубокого понимания принципов робототехники, алгоритмов управления и программирования автоматизированных систем.

Анализ требований работодателей показывает возрастающий спрос на инженеров-строителей, владеющих навыками работы с роботизированными системами. Компании, внедряющие передовые технологии, ищут специалистов, способных эффективно интегрировать робототехнические решения в строительные процессы.

Ведущие технические университеты мира уже включили курсы робототехники в программы подготовки инженеров. Опыт Массачусетского технологического института, Технического университета Делфта, Токийского университета демонстрирует эффективность такого подхода в формировании конкурентоспособных специалистов.

Структура предлагаемого курса

Теоретический модуль

Основы робототехники (32 академических часа)

- История развития робототехники и ее применение в строительстве
- Классификация строительных роботов и их функциональные возможности
- Принципы работы сенсорных систем и исполнительных механизмов
- Алгоритмы управления и системы искусственного интеллекта

Автоматизация строительных процессов (24 академических часа)

- Роботизированная кладка и монтаж конструкций
- 3D-печать в строительстве: технологии и оборудование
- Автоматизированные системы контроля качества
- Интеграция робототехнических систем с BIM-технологиями

Практический модуль

Лабораторные работы (40 академических часов)

- Программирование промышленных роботов для строительных задач
- Моделирование робототехнических систем в специализированном ПО
- Работа с датчиками и системами технического зрения
- Проектирование автоматизированных строительных линий

Проектная деятельность (32 академических часа)

- Разработка концепции роботизированного строительного процесса
- Создание прототипа строительного робота или автоматизированной системы
- Экономическое обоснование внедрения робототехнических решений
- Презентация и защита проектов

Методическое обеспечение

Курс предполагает использование современных образовательных технологий:

- Виртуальные и дополненные реальности для демонстрации работы

строительных роботов

- Симуляторы для отработки навыков программирования и управления
- Интерактивные лаборатории с реальным робототехническим оборудованием
- Онлайн-платформы для дистанционного обучения и самостоятельной работы

Ожидаемые результаты обучения

По завершении курса студенты должны:

Знать:

- Принципы работы основных типов строительных роботов
- Особенности применения робототехнических систем в различных строительных процессах
- Методы интеграции роботов с существующими технологиями строительства
- Экономические аспекты внедрения автоматизации в строительство

Уметь:

- Анализировать возможности применения робототехники для решения строительных задач
- Программировать простейшие алгоритмы управления строительными роботами
- Проектировать автоматизированные строительные процессы
- Оценивать эффективность робототехнических решений

Владеть:

- Навыками работы со специализированным программным обеспечением
- Методами моделирования робототехнических систем
- Технологиями интеграции роботов в строительные процессы
- Подходами к управлению автоматизированными строительными комплексами

Перспективы развития курса

Предлагаемый курс может стать основой для создания специализированных магистерских программ по робототехнике в строительстве. Дальнейшее развитие предполагает:

- Расширение международного сотрудничества с ведущими университетами и исследовательскими центрами
- Создание совместных образовательных программ с индустриальными партнерами
- Развитие научно-исследовательской деятельности в области строительной робототехники
- Организация специализированных лабораторий и центров компетенций

Заключение

Внедрение курса робототехники в образовательные программы строительных специальностей является объективной необходимостью, обусловленной цифровой трансформацией отрасли. Предлагаемая структура курса обеспечивает комплексную подготовку специалистов, способных

эффективно работать с современными робототехническими системами.

Успешная реализация данного курса требует значительных инвестиций в техническое оснащение, подготовку преподавательского состава и развитие методической базы. Однако ожидаемые результаты - повышение качества подготовки специалистов и их конкурентоспособности на рынке труда - оправдывают необходимые затраты.

Интеграция робототехники в строительное образование не только соответствует современным трендам развития отрасли, но и способствует формированию инновационного мышления у будущих инженеров, что является ключевым фактором технологического прогресса в строительстве.

Список литературы

1. Джумадурдыев Т., Овезмырадов С., Агабаев Д. Автоматизация и роботизация в строительстве: инновации в инженерии и процессах возведения зданий // Вестник науки. 2024. №11 (80). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtomatizatsiya-i-robotizatsiya-v-stroitelstve-innovatsii-v-inzhenerii-i-protsessah-vozvedeniya-zdaniy> (дата обращения: 10.09.2025).
2. Байрамов Б., Мыратбердиев И., Гедаева С. Применение робототехники и искусственного интеллекта для автоматизации строительных процессов: шаг к строительству будущего // Вестник науки. 2024. №6 (75). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-robototekhniki-i-iskusstvennogo-intellekta-dlya-avtomatizatsii-stroitelnyh-protsessov-shag-k-stroitelstvu-buduschego> (дата обращения: 10.09.2025).
3. Атаханова М., Хасайинов Я., Бегмырадова Б. Роботизация строительных работ: перспективы и вызовы автоматизации на строительных площадках // Вестник науки. 2024. №10 (79). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/robotizatsiya-stroitelnyh-rabot-perspektivy-i-vyzovy-avtomatizatsii-na-stroitelnyh-ploschadkah> (дата обращения: 10.09.2025).
4. Xu, L., Zhang, Y., Liu, M., Li, Y., Li, Y., Yu, Y., Tang, Q., Weng, S., Sang, K., & Lin, G. (2025). Robotics in the Construction Industry: A Bibliometric Review of Recent Trends and Technological Evolution. *Applied Sciences*, 15(11), 6277. <https://doi.org/10.3390/app15116277>
5. Challenges of Robotic Technology in Sustainable Construction Practice <https://www.researchgate.net/publication/381788146> (дата обращения: 10.09.2025).
6. AI's Impact on Construction Roles – Short, Mid, and Long Term. <https://hudsoncoopersearch.com/2025/05/05/ais-impact-on-construction-roles-short-mid-and-long-term/> (дата обращения: 10.09.2025).
7. The Role of Robotics in Modern Construction: Pros & Cons for Construction

- Workers. <https://www.fbrrecruitment.com/the-role-of-robotics-in-modern-construction-pros-cons-for-construction-workers/> (дата обращения: 10.09.2025).
8. Construction robotics: The cutting-edge technology shaping the future of construction. <https://www.planradar.com/au/construction-robotics-future-of-construction/> (дата обращения: 10.09.2025).
9. Building Skills for Tomorrow: The Educational Benefits of Robotics. <https://provenrobotics.ai/benefits-of-robotics-in-education/> (дата обращения: 10.09.2025).
10. The impact of robotic automation on the construction sector. <https://ccbp.org.uk/the-impact-of-robotic-automation-on-the-construction-sector/> (дата обращения: 10.09.2025).
11. Exploring Construction Robotics: Types, Benefits & Real-World Applications. <https://www.procore.com/library/construction-robotics> (дата обращения: 10.09.2025).
12. Embracing Construction Robotics: The Future of Construction Field Operations. <https://www.arch.tamu.edu/news/2025/07/12/embracing-construction-robotics-the-future-of-construction-field-operations/> (дата обращения: 10.09.2025).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В СИСТЕМЕ ВЫСШЕГО СТРОИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

**Таханова Г.Ж., магистр технических наук, Казагачев В.Н., старший
преподаватель,
Актюбинский региональный университет имени К.Жубанова, г. Актобе,
Казахстан**

Аннотация: В статье рассматриваются возможности применения искусственного интеллекта (ИИ) в системе высшего строительного образования. Особое внимание уделяется персонализации обучения, моделированию строительных процессов, анализу проектных данных и оптимизации учебных программ. Приведены примеры внедрения ИИ в казахстанских вузах, таких как КазГАСА и Satbayev University. Обсуждаются вызовы, связанные с цифровизацией строительного образования, и предлагаются пути их преодоления.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, строительное образование, BIM, цифровые технологии, Казахстан, моделирование, инженерное обучение.

Искусственный интеллект становится неотъемлемой частью современного образования, преобразуя учебные методики и обогащая образовательный процесс. В данной статье рассматривается, как искусственный интеллект влияет на сферу высшего образования, улучшая качество обучения, персонализируя подход к студентам и оптимизируя учебные программы.

Строительная отрасль переживает цифровую революцию, и высшее образование должно идти в ногу с этими изменениями. Искусственный интеллект становится важным инструментом в подготовке будущих инженеров, архитекторов и проектировщиков. В Казахстане растёт интерес к интеграции ИИ в образовательные процессы, особенно в ведущих технических вузах.

Цель настоящего исследования заключается в оценке возможности применения технологий искусственного интеллекта для улучшения качества высшего образования. Один из методов, считающихся эффективным для решения этой задачи, - цифровизация. Считается, что цифровизация должна включать в себя внедрение современного программного обеспечения в университеты, которое способствует созданию профессиональной информационной среды, обеспечивает доступ к образовательным ресурсам и результатам научных исследований, что значительно улучшает образовательный процесс. [2].

Исследования также подтверждают, что свыше 77% специалистов в сфере образования утверждают, что индивидуальный подход к обучению играет ключевую роль в привлечении учащихся к учебному процессу, способствуя повышению эффективности обучения. [4].

Индивидуализированное образование, которое подстраивает учебный контент под уникальные потребности каждого учащегося, стало важным аспектом учебного процесса. Все больше образовательных учреждений в различных странах мира следуют этой тенденции, и использование искусственного интеллекта позволяет достичь лучших результатов в индивидуализации.

Искусственный интеллект помогает адаптировать учебные курсы по строительной механике, архитектурному проектированию и инженерной графике под уровень подготовки студента. Например, в Satbayev University используются цифровые платформы, предлагающие индивидуальные траектории обучения.

Применение технологий искусственного интеллекта позволяет анализировать большие объемы данных (Big Data), принимать решения на основе этих данных и устанавливать коммуникацию с каждым пользователем индивидуально, опираясь на данные о пользователе, полученные в режиме реального времени. Это создает значительные перспективы для использования данной технологии в высшем образовании, например, для реализации концепции адаптивного обучения, которое заключается в выборе учебного материала на основе данных о различных характеристиках учебного процесса для каждого отдельного студента.

Искусственный интеллект интегрируется с BIM-технологиями (Building Information Modeling), позволяя студентам работать с цифровыми моделями зданий, анализировать конструктивные решения и прогнозировать поведение объектов в реальных условиях.

Искусственный интеллект способен обрабатывать большие массивы инженерных данных, выявлять ошибки в чертежах, оптимизировать конструкции и предлагать альтернативные решения. Это особенно актуально при обучении на магистерских программах, связанных с проектированием и строительной экспертизой.

Программы на базе ИИ могут выполнять сложные инженерные расчёты, такие как прочностной анализ, теплотехнические расчёты и моделирование нагрузок, что ускоряет обучение и делает его более практико-ориентированным.

Примеры:

- *КазГАСА (Казахстанская головная архитектурно-строительная академия)* внедрила ИИ-модули в курсы по градостроительству и архитектурному моделированию.
- *Satbayev University* использует ИИ для анализа данных по устойчивости конструкций и оптимизации учебных проектов.
- В рамках программы «Цифровой Казахстан» разрабатываются платформы

для онлайн-обучения строительным дисциплинам с элементами машинного обучения.



Рисунок 1 - Планы внедрения технологии информационного моделирования



Рисунок 2 - Международная конференция «Цифровая трансформация строительной отрасли»

В строительной сфере особенно важно учитывать точность и надёжность ИИ-решений. Ошибки в расчетах могут привести к серьёзным последствиям. Поэтому необходимо обучать студентов критическому мышлению и умению проверять цифровые результаты. Также важно обеспечить защиту данных,

особенно при работе с реальными проектами.

Искусственный интеллект открывает новые горизонты для строительного образования, делая его более гибким, точным и ориентированным на практику. Казахстанские вузы уже демонстрируют успешные примеры внедрения ИИ, но для масштабного эффекта необходима государственная поддержка, подготовка преподавателей и развитие цифровой инфраструктуры.

Искусственный интеллект преобразует сферу высшего образования, открывая новые возможности для студентов и преподавателей. Технологии искусственного интеллекта представляют значительный потенциал для улучшения качества высшего образования. Важно продолжать исследования и разработки в этой области, чтобы максимально эффективно использовать потенциал ИИ в образовании.

Список литературы

1. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education.
2. Luckin, R. (2018). Machine Learning and Human Intelligence.
3. UNESCO (2021). Artificial Intelligence and Education.
4. Министерство образования и науки РК. (2023). Цифровизация высшего образования в Казахстане.
5. Satbayev University. (2024). Отчёт о внедрении ИИ в инженерные программы.

АРХИТЕКТОР А.А. ЯЩЕНКО И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НАЦИОНАЛЬНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ЭКЛЕКТИКИ В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ

Климова Ю.В., кандидат архитектуры,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: статья посвящена творчеству архитектора А.А. Ященко, особенностям русско-византийского стиля (национального направления эклектики), которые проявились именно в его творчестве и отразились в архитектуре Казанского собора г. Оренбурга

Ключевые слова: архитектура, Казанский собор г. Оренбурга, А.А. Ященко, русско-византийский стиль

Будущий архитектор и ярчайший представитель национального направления эклектики, Александр Александрович Ященко родился в Вологодской губернии в семье надворного советника. По его биографии написано несколько работ, из которых мы знаем, что с 1860 года он был вольнослушателем в Императорской академии художеств, а в 1862 году успешно завершил курс обучения. За свои работы архитектор был награждён медалями Академии художеств: малой серебряной в 1865 году и большой серебряной в 1866 году за проект женской гимназии на 600 учащихся. В 1879 году Ященко получил звание академика за проект железнодорожной станции и стал членом Петербургского общества архитекторов.

В 1885 году им был разработан проект Казанского кафедрального собора в Оренбурге, который до своего разрушения в 1930-х годах являлся одной из главных достопримечательностей города.

Это сооружение можно считать самым масштабным архитектурным проектом того времени. Его строительство было приурочено к столетию со дня смерти первого генерал-губернатора города И.И. Неплюева [2]. Место для собора выбрали осознанно — после упразднения крепости на территории бывших Самарских ворот образовалась просторная площадь, которая со временем превратилась в торговую зону. Поскольку это был фактический центр композиционного развития Оренбурга за пределами крепостных стен, было решено ликвидировать народный рынок и возвести на его месте собор.

Изначально было подготовлено два варианта будущего здания от Императорской академии художеств: был объявлен конкурс на лучший проект, по результатам которого отобрано два - один художника Леонова, второй архитектора Шретера. Однако ни один из них не удовлетворил Оренбургский

комитет, и именно А.А. Яценко было поручено создание третьего варианта Казанского собора, который в итоге был воплощён в жизнь (рисунок 1).



Рисунок 1 – Историческая фотография Казанского собора г. Оренбурга, архитектор А.А. Яценко

В плане собор представлял из себя равновеликий крест, с главным входом с западной стороны и тремя многогранными абсидами. Центральный зал – это восьмерик, перекрытый барабаном и шлемовидным куполом с крестом, традиционный для русской архитектуры допетровского времени [1]. По четырем сторонам от него были расположены многоярусные башенки, завершающиеся шлемовидными куполами с крестами. Все они были идентичны между собой по внешнему и внутреннему устройству.



Рисунок 2 – Историческая фотография интерьера Казанского собора, г. Оренбург

Таким образом, собор был пятиглавый с колокольной над главным входом. Это сооружение можно по праву считать жемчужиной Оренбургской архитектуры, которая поражала своим масштабом и изяществом. Русско-византийский стиль, в котором работал А.А. Яценко, полностью проявился в декоративном убранстве и композиционном построении объема церкви (рисунок 2).

Согласно М.Г. Евенко [3], в проектах А.А. Яценко отразился результат поисков русской самобытности в архитектуре православного храмостроительства и сочетание двух стилистических направлений не являлось инерционным продвижением русско-византийского стиля К.А. Тона, что можно проследить на Казанском соборе г. Оренбурга. Так, из формального языка византийской архитектуры А.А. Яценко использовал:

- купол, опирающийся на венец арочного пояса;
- полукупола над апсидами и приделами;
- могучие арки на фасадах, отвечающие сводам главных нефов;
- строенные окна с повышенным центральным окном, в простенках которых располагались колонны.

Из арсенала форм русского средневекового зодчества А.А. Яценко использовал:

- монументальный входной портал;
- акцентирование углов колоннами и элементы лепного декора, отказываясь при этом от характерных для русской архитектуры шатровых композиций и применения различного рода закомар и кокошников.



Рисунок 3 - Вознесенский Войсковой собор в г. Новочеркасске, архитектор А.А. Яценко, 1891-1904 гг. постройки

Завершения собора не повторяло ни низкие полусферические и вытянутые яйцеобразные купола византийской архитектуры, ни полусферические купола классической архитектуры, ни шлемовидные и луковичные русской архитектуры [3]. Оно было выполнено в форме почти правильной полусферы, а лишь за счет отдельно выщеленного подкрестового конусообразного объема приобретало форму шлемовидного. Фактически А.А. Яценко разработал новую форму знакового элемента православного храма - форму его завершения в виде своеобразного русско-византийского купола.

Основная часть творческой деятельности архитектора, кроме г. Оренбурга, была связана с землями Донских казаков, где сохранился архитектурный аналог Казанского собора — Вознесенский Войсковой собор в Новочеркасске (рисунок 3). Кроме того, А. А. Яценко спроектировал несколько женских гимназий, железнодорожный вокзал в Новочеркасске, Донскую духовную семинарию, музей Донского казачества и институт благородных девиц в Новочеркасске.

Можно говорить о том, что стилистическая и композиционная общность храмов, спроектированных А.А. Яценко для столиц казачьих войск создала единый характер главных соборов казачьих областей России [3].

Список литературы

1. Алферова, Г.В. Византийская традиция в русском градостроительстве XVI XVII вв./Г.В. Алферова // Византийский временник. – 1982. - Т. 43. - С. 183 - 190.
2. Дорофеев, В.В. Улица вела к храму/ В.В. Дорофеев, - Оренбург: Южный Урал, 1994. – 22 с.
3. Евенко, М.Г. Творчество академика архитектуры А.А. Яценко: диссертация кандидата архитектуры/ М.Г. Евенко. – Санкт-Петербург, 2010. – 229 с.
4. Есаулов, Г. В. Архитектурно-градостроительное наследие Юга России (Его формирование и культурный потенциал): специальность 18.00.01: диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Есаулов Георгий Васильевич. – Москва, 2004. – 482 с.
5. Климова, Ю. В. Архитектурное наследие города Оренбурга с середины XVIII века / Ю. В. Климова // Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России : труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Новокузнецк, 18–20 октября 2016 года / Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт. Том Выпуск 1. – Новокузнецк:

Сибирский государственный индустриальный университет, 2016. – С. 290-296. – EDN WYQJUN.

МИХАИЛ ПАВЛОВИЧ МАЛАХОВ И ЕГО АРХИТЕКТУРНОЕ НАСЛЕДИЕ В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ

Климова Ю.В., кандидат архитектуры,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: в статье кратко раскрывается биография архитектора М.П. Малахова и дается архитектурное описание здания городского самоуправления г. Оренбурга (современного музея изобразительного искусства, а также центра-спутника Государственного Эрмитажа «Эрмитаж-Евразия»). Оценивается вклад архитектора в развитие Оренбургского классицизма.

Ключевые слова: архитектура, Оренбург, М.П. Малахов, классицизм, здание городского самоуправления

Михаил Павлович Малахов (1781 – 1842 гг.) – архитектор, чье творчество ассоциируется с городом Екатеринбург, в котором его авторству принадлежит ряд таких построек, как усадьба Харитоновых-Расторгуевых (рисунок 1), аптека горного ведомства, здание гранильной фабрики [4]. К сожалению, никаких портретов или фотографий Малахова не сохранилось и представить его внешность можно только по дошедшему до нашего времени портрету внука.



Рисунок 1 – Историческая фотография усадьбы Харитоновых-Расторгуевых в г. Екатеринбурге, 1794-1824 гг.

Перед своим назначением в так называемую столицу Урала, он числился «казенным архитектором» в городе Оренбурге [3], в котором сохранилась одна из построек, выполненных по его проекту. Речь идет про здание городского самоуправления, расположенное по адресу современный пер. Каширина 29, в

котором расположился музей изобразительного искусства (рисунок 2). Так как на сегодняшний день музей активно развивается, в 2024 году в его здании открылся центр-спутник Государственного Эрмитажа «Эрмитаж-Евразия», будет актуально вспомнить про архитектора, подарившего нам эту жемчужину Оренбургского классицизма.

М.П. Малахов уроженец Черниговской губернии, учился в духовной семинарии, после нее – в народном училище. До 1800 года, то есть до своего поступления в Санкт-Петербургскую Академию художеств, служил канцелярским чиновником в суде и на почте. В 1802 году получает чин архитектора 14 класса и 4 года работает в Министерстве внутренних дел «при строении лекционных театров медико-хирургической академии и Казанского собора» помощником А.Н. Воронихина⁴. Влияние именно этого архитектора на становление М.П. Малахова некоторые исследователи его творчества считают основополагающей его будущего успеха [1].

В 1805 году оренбургский военный губернатор Г.С. Волконский направляет письмо к министру внутренних дел В.П. Кочубею, с просьбой определить в Оренбург молодого архитектора и выбор падает на М.П. Малахова, после чего его назначают на должность «казенного архитектора» [5]. Здесь, по его проекту возводится здание будущего музея изобразительного искусства.



Рисунок 2 – Историческая фотография здания городского самоуправления в г. Оренбурге, 1814 г.

Изначально здание городского самоуправления - прямоугольное в плане, в 1814 году было построено одноэтажным. Центральная часть была выполнена в два этажа и служила доминантой над основным объемом. По плану включало в

⁴ А.Н. Воронихин (1759 – 1814 гг.) – русский архитектор периода Александровского классицизма начала XIX в., автор Казанского собора г. Санкт-Петербурга

себя вестибюльное пространство, расположенное строго по оси симметрии главного фасада, парадную лестницу на второй этаж, за которой был устроен выход на хозяйственный двор за зданием. Справа и слева от вестибюля располагались коридоры, которые вели в служебные помещения.

Здание городского самоуправления возвышалось на высоком цоколе из природного камня. Центральный ризалит объема был дополнен четырьмя полуколоннами с ионическими капителями, расположенными в пространстве между оконными проемами (рисунок 3). По краям ризалита устроены прямоугольные пилястры, завершенные также ионическими капителями. Сами окна имели вытянутую прямоугольную форму и обрамлялись лаконичными декоративными наличниками, которые повторялись на окнах одноэтажных частей здания. Здесь, между окнами были выполнены декоративные пилястры, которые зрительно поддерживали несколько карниз под кровлей. Над всеми проемами в уровне первого этажа располагался декоративный сандрик, что придавало зданию нарядность и в то же время строгую лаконичность. По оси симметрии здания располагался входной дверной проем, дополненный парадной лестницей, облицованной серым гранитом, перед ним на всю ширину двухэтажной части. Элементом ее декора служат два изящных фонаря художественного литья, отлитых на уральских заводах, о чем свидетельствуют архивные данные.



Рисунок 3 – Декоративные детали здания городского самоуправления в г. Оренбурге

Позднее, в конце XIX века здание городского самоуправления дополнили полноценным вторым этажом, поддерживающим и продолжавшим декоративное убранство первого. Над центральной частью добавили треугольный портик, тем самым придав ему вид, которое здание имеет и по сей день.

Не смотря на всю красоту и значимость здания городского самоуправления для города Оренбурга, в карьере самого М.П. Малахова данный проект не представляет собой особо интереса. Так называемый «золотой век» архитектора начнется с 1815 года и будет связан с его творческой деятельностью в городе Екатеринбурге. Купец Расторгуев закажет у него перестройку своей усадьбы, что

способствует переводу М.П. Малахова в штат Екатеринбургских горных заводов. Выполнив в этом городе ряд крупных штатных и частных заказов, в числе которых будут реконструкция здания главного горного правления, здание гранильной фабрики, перестройка дома главного начальника горных заводов, М.П. Малахов в 1832 году будет назначен главным архитектором Уральского горного управления.

К сожалению, последние годы жизни архитектора были омрачены уголовным делом, которое повлияло на его репутацию и заказы. Близкий друг М.П. Малахова Я. Коковин, работая на посту директора гранильной фабрики в Екатеринбурге, был обвинен в краже изумруда. Архитектор попал в дело как соучастник [4]. Не смотря на то, что обвинения были сняты, Малахова уволили с поста главного архитектора и в 1842 году он скончался. И хотя место его захоронения не сохранилось, архитектурное наследие Михаила Павловича и по сей день сохранилось, а здание городского самоуправления в Оренбурге можно смело назвать жемчужиной Оренбургского классицизма.

Список литературы

1. Бурлуцкая, Е. В. Оренбург купеческий / Е. В. Бурлуцкая, С. Г. Шлеюк, К. А. Абдрахманов. – Оренбург: ООО "Издательство "Оренбургская книга"", 2019. – 272 с. – ISBN 978-5-94529-081-5.
2. Дорофеев, В.В. Архитектура г. Оренбурга XVIII—XX веков/ В.В. Дорофеев, - Оренбург: Южный Урал, 2007. – 132 с.
3. Дорофеев, В.В. Над Уралом-рекой/ В.В. Дорофеев, - Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1968. - 258 с.
4. Есаулов, Г. В. Архитектурно-градостроительное наследие Юга России (Его формирование и культурный потенциал): специальность 18.00.01: диссертация на соискание ученой степени доктора архитектуры / Есаулов Георгий Васильевич. – Москва, 2004. – 482 с.
5. Злобин, Ю.П. История Оренбургского региона. Часть первая: с древнейших времен до 1920 года: учебное пособие/Ю.П. Злобин, А.Н. Поляков. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2006. - 256 с.
6. Климова, Ю. В. Особенности ретроспективного метода в восстановлении архитектурного наследия на примере Г. Оренбурга / Ю. В. Климова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : Материалы Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 23–25 января 2019 года. – Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2019. – С. 277-281. – EDN YZBEWL.

МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ ЦЕЛЛЮЛОЗА В СТРОИТЕЛЬНЫХ КОМПОЗИТАХ

Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация: микрокристаллическая целлюлоза - возобновляемый компонент, применяемый в строительных смесях. МКЦ обладает высокой удельной поверхностью и водоудерживающей способностью, что улучшает свойства гипсовых и цементных композиций. Однако её применение может снижать удобоукладываемость смесей и увеличивать стоимость материалов. Для широкого внедрения МКЦ в строительную практику необходимы оптимизации технологии её использования и снижение затрат.

Ключевые слова: микрокристаллическая целлюлоза, вяжущие вещества, гидратация, реологические свойства, прочность, водостойкость, экологические материалы.

В настоящее время строительная индустрия сталкивается с необходимостью создания новых материалов, отвечающих современным требованиям энергоэффективности, экологичности и высокой механической прочности. В связи с этим происходит активное внедрение различных минеральных и органических добавок в составы вяжущих веществ с целью улучшения их эксплуатационных характеристик.

Широкое использование техногенного сырья в комплексе с органическими добавками позволяет не только увеличить ресурс и долговечность строительных смесей, но и снизить их себестоимость при соблюдении экологических норм и требований пожаробезопасности.

Особенно востребованы такие органические модификаторы, как структурированные варианты целлюлозы, например микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ), которые способны влиять на процессы гидратации вяжущих, обеспечивать водоудержание и повышение прочности конструкционных материалов.

Использование МКЦ может стать важным шагом на пути к устойчивому развитию, так как этот материал является возобновляемым и экологически безопасным. МКЦ может быть использована для улучшения свойств различных строительных материалов, включая гипсовые и цементные композиты, что делает ее особенно привлекательной для современных строительных технологий [1, 2].

Микрокристаллическая целлюлоза является продуктом химической деструкции фибриллярной структуры частиц исходной целлюлозы, который образуется в результате разрушения отдельных элементов целлюлозных волокон. МКЦ представляет собой белое сыпучее порошкообразное вещество с удельной поверхностью в сухом состоянии 3,5-4,5 м²/г, состоящее из частиц в виде агрегатов иглоподобных микрокристаллитов целлюлозы, деструктированной до предельной степени полимеризации [3, 4]. МКЦ обладает высокой химической чистотой и физиологической инертностью, что делает ее привлекательной для использования в различных отраслях промышленности, включая строительную.

Одной из характерных особенностей МКЦ является ее способность набухать, диспергироваться и образовывать относительно устойчивые тиксотропные гидрогели при взаимодействии с водой. Это свойство обусловлено высокоразвитой гидрофильной поверхностью МКЦ с большим числом активных гидроксильных групп [5, 6]. МКЦ широко используется в пищевой, косметической и фармацевтической промышленности, а также в строительной отрасли в качестве наполнителя, стабилизатора и эмульгатора.

МКЦ обладает рядом уникальных свойств, которые делают ее привлекательной для использования в строительных материалах. Она имеет высокую удельную поверхность, что способствует улучшению взаимодействия с другими компонентами строительных смесей. Кроме того, МКЦ обладает высокой водоудерживающей способностью, что может быть полезно для регулирования процессов гидратации в цементных и гипсовых материалах [7, 8]. Эти свойства делают МКЦ перспективным материалом для использования в различных строительных композитах.

Исследования показали, что добавление МКЦ в гипсовые вяжущие приводит к снижению водопотребности, сокращению сроков схватывания, повышению прочности и водостойкости гипсового камня. Например, в работе Пыкина А.А. и др. было установлено, что добавление МКЦ в количестве 0,0012% от массы гипса приводит к снижению водопотребности в 1,2 раза, сокращению сроков схватывания гипсового теста, повышению прочности на изгиб в 1,8 раза и на сжатие в 1,5 раза, а также увеличению коэффициента размягчения в 1,2 раза [1]. Эти улучшения связаны с ускорением процесса гидратации полуводного гипса за счет водоудерживающей способности МКЦ, а также уплотнением пространства между кристаллогидратами двуводного гипса.

В работе Лукутцовой Н.П. и др. было показано, что добавление МКЦ в гипсовые вяжущие способствует уплотнению пространства между кристаллогидратами двуводного гипса, что приводит к улучшению механических свойств и водостойкости гипсового камня [5]. Это делает МКЦ

перспективной добавкой для использования в гипсовых композитах, где требуется повышенная прочность и устойчивость к воздействию влаги.

Микрокристаллическая целлюлоза (МКЦ) обладает гидрофильным характером и способностью удерживать воду, что делает ее полезной для разработки новых цементных материалов. В работе [2] было исследовано влияние МКЦ на реологию, кинетику гидратации, микроструктуру и механические свойства цементных материалов. Было установлено, что добавление МКЦ уменьшает удобоукладываемость и замедляет реакцию гидратации. Кроме того, результаты термогравиметрического анализа показали, что как ускоренное твердение, так и добавление МКЦ увеличивают степень гидратации цементных материалов из-за повышения температуры в процессе твердения и высвобождения воды, содержащейся в МКЦ, что способствует процессу гидратации.

В работе [3] было исследовано влияние различных методов диспергирования МКЦ на свойства цементных паст. Было показано, что использование МКЦ в качестве добавки может улучшить механические свойства цементных материалов, такие как прочность на изгиб и сжатие, а также повысить их водостойкость. Это делает МКЦ перспективным материалом для использования в цементных композитах, где требуется повышенная прочность и устойчивость к воздействию влаги.

Использование микрокристаллической целлюлозы в строительных материалах имеет ряд преимуществ:

- во-первых, МКЦ является экологически чистым и возобновляемым материалом, что соответствует современным требованиям к устойчивому развитию [4, 6];

- во-вторых, добавление МКЦ может улучшить механические свойства материалов, такие как прочность на изгиб и сжатие, а также повысить их водостойкость.

- в-третьих, МКЦ может снизить водопотребность материалов, что способствует уменьшению их усадки и улучшению реологических свойств.

Использование МКЦ в строительных материалах также может способствовать улучшению их долговечности и устойчивости к воздействию окружающей среды. Например, в работе [4] было показано, что добавление МКЦ в композитные материалы может улучшить их механические и трибологические свойства, такие как прочность на растяжение, изгиб и ударную вязкость. Это делает МКЦ перспективным материалом для использования в различных строительных композитах, где требуется повышенная прочность и устойчивость к воздействию влаги.

Несмотря на многочисленные преимущества, использование МКЦ в строительных материалах также имеет некоторые недостатки. Одним из недостатков использования МКЦ является возможное уменьшение удобоукладываемости цементных материалов, что может потребовать дополнительных затрат энергии на их перекачку и уплотнение. Это может увеличить стоимость строительных работ и ограничить использование МКЦ в некоторых приложениях [7, 8]. Кроме того, высокая стоимость МКЦ может ограничить ее широкое применение в строительной отрасли, особенно в условиях ограниченного бюджета.

Микрокристаллическая целлюлоза представляет собой перспективный материал для использования в составе вяжущих веществ, растворов и бетонов. Ее применение может улучшить механические и реологические свойства строительных материалов, а также повысить их водостойкость и экологическую устойчивость. Однако для широкого внедрения МКЦ в строительную отрасль необходимо провести дополнительные исследования для оптимизации ее использования и снижения затрат на производство. Это позволит максимально использовать преимущества МКЦ и минимизировать ее недостатки.

Список литературы

1. Пыкин А. А. и др. Свойства и структура строительного гипса с микрокристаллической целлюлозой //Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. – 2017. – №. 12. – С. 55-61.
2. Hoyos C. G., Cristia E., Vázquez A. Effect of cellulose microcrystalline particles on properties of cement based composites //Materials & Design. – 2013. – Т. 51. – С. 810-818.
3. de Souza L. O. et al. Investigation of dispersion methodologies of microcrystalline and nano-fibrillated cellulose on cement pastes //Cement and Concrete Composites. – 2022. – Т. 126. – С. 104351.
4. Wibowo C. H. et al. Microcrystalline cellulose as composite reinforcement: assessment and future prospects //Materials Science Forum. – Trans Tech Publications Ltd, 2024. – Т. 1122. – С. 65-80.
5. Lukuttsova N. P., Pykin A. A. Stability of nanodisperse additives based on metakaolin //Glass and Ceramics. – 2015. – Т. 71. – №. 11. – С. 383-386.
6. Lukuttsova N. et al. Nano-additives for composite building materials and their environmental safety //International Journal of Applied Engineering Research. – 2016. – Т. 11. – №. 11. – С. 7561-7565.
7. Parveen S., Rana S., Fanguiero R. Macro-and nanodimensional plant fiber reinforcements for cementitious composites //Sustainable and nonconventional

construction materials using inorganic bonded fiber composites. – Woodhead Publishing, 2017. – C. 343-382.

8. Parveen S. et al. Ultrasonic dispersion of micro crystalline cellulose for developing cementitious composites with excellent strength and stiffness //Industrial Crops and Products. – 2018. – T. 122. – C. 156-165.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЮМИНЕСЦЕНТНОГО БЕТОНА В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент, Макаева А.А., канд. техн. наук,
доцент,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация: в современном строительстве активно внедряются инновационные материалы, сочетающие прочность, экологичность и функциональность. Люминесцентный бетон (люмбетон) — композит, накапливающий световую энергию и излучающий её в темноте благодаря фотолюминесцентным пигментам. Рассматриваются состав, технология изготовления, свойства люмбетона, варианты применения материала. Перспективы развития технологии связаны с оптимизацией состава, улучшением фотолюминесцентных свойств и расширением сфер применения.

Ключевые слова: люминесцентный бетон, фотолюминесцентный пигмент, алюминат стронция, энергосберегающие материалы, декоративные бетоны.

Современное строительство находится на этапе активного внедрения инновационных технологий и материалов, направленных на повышение энергоэффективности, экологичности и безопасности сооружений. Одним из ключевых направлений развития строительной индустрии является создание многофункциональных материалов, способных не только обеспечивать прочность и долговечность конструкций, но и выполнять дополнительные задачи, такие как освещение, декоративное оформление и повышение безопасности.

В последние десятилетия наблюдается значительный рост темпов урбанизации, что приводит к увеличению нагрузки на городскую инфраструктуру. В условиях плотной застройки и ограниченного пространства особое значение приобретает строительство подземных сооружений — метрополитенов, транспортных тоннелей и пешеходных переходов. Эти объекты требуют не только высокой прочности и долговечности, но и обеспечения безопасности движения, особенно в условиях чрезвычайных ситуаций [1, 2].

Традиционные строительные материалы, такие как бетон и асфальтобетон, хотя и обладают высокими прочностными характеристиками, не способны выполнять дополнительные функции, например, освещение или индикацию путей эвакуации. В связи с этим актуальным направлением исследований становится разработка и внедрение новых композитных материалов, сочетающих в себе прочность, долговечность и функциональные свойства.

Таким материалом является люминесцентный бетон (люмбетон) — инновационный строительный материал, способный накапливать световую энергию и излучать её в темноте [3, 4].

Идея создания светящихся строительных материалов возникла в конце XX века в связи с развитием технологий фотолюминесценции. В начале 2000-х годов учёные начали эксперименты по введению фотолюминесцентных пигментов непосредственно в состав бетона. Это позволило создать материал, который не только сохранял прочностные характеристики традиционного бетона, но и обладал способностью светиться в темноте. Первые образцы люмбетона были получены в лабораторных условиях и продемонстрировали перспективность данного направления [5, 6].

В настоящее время разработки люмбетона ведутся в многих странах, включая Россию, Германию, Францию, Китай, Индию и США. Наиболее активно исследования проводятся в области оптимизации состава, улучшения фотолюминесцентных свойств и повышения долговечности материала [7, 8].

В качестве вяжущего — как правило, используется белый портландцемент, так как он обеспечивает высокую степень отражения света и не затемняет люминесцентный эффект. В некоторых случаях применяются смешанные вяжущие с добавлением минеральных наполнителей, таких как зола-унос или молотый гранулированный шлак [3].

Для получения высококачественного люмбетона используются фракционированные заполнители, такие как мраморная крошка, кварцевый песок или гравий. Важным условием является равномерное распределение заполнителей по объёму бетона, что обеспечивает однородность свечения [3].

Фотолюминесцентный пигмент — основной компонент, придающий бетону способность светиться. Наиболее распространённым пигментом является алюминат стронция, допированный европием и диспрозием ($\text{SrAl}_2\text{O}_4\cdot\text{Eu}^{2+}$, Dy^{3+}). Этот пигмент обладает высокой квантовой эффективностью, длительным послесвечением (до 8–12 часов) и устойчивостью к внешним воздействиям [9, 10].

Для улучшения реологических и прочностных свойств бетона используются суперпластификаторы на основе поликарбоксилатных эфиров, а также гидрофобизаторы, повышающие водостойкость материала [3].

При использовании воды для затворения бетонной смеси важным условием является соблюдение оптимального водоцементного отношения, так как её избыток может негативно сказаться на фотолюминесцентных свойствах пигмента [11].

Процесс изготовления люмбетона включает несколько ключевых этапов [3]: подготовка компонентов - цемента, заполнителей, фотолюминесцентного

пигмента и добавок; смешение компонентов; формование и уплотнение; твердение; обработка поверхности.

Люмбетон обладает рядом уникальных свойств, которые выгодно отличают его от традиционного бетона: фотолюминесцентные свойства - способность накапливать световую энергию и излучать её в виде послесвечения [12]; прочность на сжатие до 50–70 МПа, морозостойкость до F300 и водопоглощение менее 4% [3]; декоративные свойства [13]; экологичность - материал может изготавливаться с использованием техногенных отходов [3]; долговечность [3].

Люмбетон находит широкое применение в различных областях строительства благодаря своим уникальным свойствам. Ниже рассмотрены основные варианты его использования.

Одним из наиболее перспективных направлений использования люмбетона является дорожное строительство. Материал может применяться для изготовления: дорожных покрытий [4, 13]; тротуарной плитки и бордюров [14]; дорожной разметки [2].

В Китае и Германии проводятся эксперименты по устройству дорожных покрытий из люмбетона, результаты показали, что такие покрытия способны светиться до 10–12 часов после зарядки солнечным светом, что значительно улучшает видимость в тёмное время суток [14].

Люмбетон активно используется в архитектуре и ландшафтном дизайне благодаря своим декоративным и функциональным свойствам в качестве: фасадных панелей [15]; малых архитектурных формы (МАФ) [4]; интерьерных элементов [3]. В проектах ландшафтного дизайна Москвы и Санкт-Петербурга люмбетон используется для создания светящихся дорожек и декоративных элементов, которые не только украшают городское пространство, но и обеспечивают безопасность в тёмное время суток [13].

Люмбетон находит широкое применение в подземных транспортных сооружениях, таких как метрополитены, тоннели и пешеходные переходы, настенных и напольных покрытиях для облицовки стен и полов в метро, в качестве указателей и знаков [13]. В Московском метрополитене проводятся эксперименты по применению люмбетона для облицовки станций. Светящиеся панели помогают пассажирам ориентироваться в случае отключения освещения и улучшают эстетический вид интерьеров [13].

Люмбетон может использоваться в энергосберегающих системах благодаря своей способности накапливать и излучать световую энергию [15,16]. В Нидерландах разработана технология «Glow-in-the-Dark Roads», где дорожное покрытие из люмбетона светится ночью, снижая необходимость в уличном

освещении и экономя энергию [17], ранее светящиеся элементы применялись в США для снижения аварийности на дорогах [18].

Таким образом к преимуществам люмбетона можно отнести: повышение безопасности; энергосбережение; экологичность; декоративные возможности; долговечность.

Наряду с преимуществами необходимо указать и ряд недостатков этого материала: высокую стоимость; сложность производства; ограниченную интенсивность свечения; влияние внешних факторов; необходимость регулярного обслуживания.

Люминесцентный бетон (люмбетон) представляет собой инновационный строительный материал, сочетающий в себе прочностные характеристики традиционного бетона и уникальные фотолюминесцентные свойства. Его применение позволяет решать широкий спектр задач — от повышения безопасности движения до создания энергоэффективных и эстетически привлекательных конструкций.

Дальнейшие исследования в этой области должны быть направлены на оптимизацию состава люмбетона, улучшение его фотолюминесцентных свойств и разработку новых технологий применения в строительстве.

Список литературы

1. Дощатов Д. А. и др. Метро настоящего и будущего: технологии безопасности и комфорта // Вестник Института проблем естественных монополий: Техника железных дорог. – 2021. – №. 2. – С. 9-15.

2. Чайников Д. А., Эртман Ю. А., Эртман С. А. Пути повышения безопасности пешеходов на нерегулируемых переходах // Инженерный вестник Дона. – 2023. – №. 12 (108). – С. 59.

3. Корякина А.А. Бетон с фотолюминесцентными свойствами для малых архитектурных форм : дис. ... канд. техн. наук. — Белгород, 2022. — 189 с.

4. Сулейманова Л.А., Лукутцова Н.П., Кравченко Д.Э., Корякина А.А. Современное состояние производства и применения светящихся бетонов в строительстве // Университетская наука. 2023. № 2(16). С. 62–64.

5. Wang W. et al. Cement filled with phosphorescent materials for pavement: Afterglow decay mechanism and properties // Construction and Building Materials. – 2021. – Т. 284. – С. 122798.

6. Voravanicha K. et al. Natural rubber filled with phosphorescent materials for pavement // Materials Today: Proceedings. – 2019. – Т. 17. – С. 1971-1976.

7. Ежов, А. С. Оценка эффективности различных способов введения фотолюминесцентного пигмента в состав бетона / А. С. Ежов, С. В. Леонтьев //

Современные технологии в строительстве. Теория и практика. – 2024. – Т. 1. – С. 169-173.

8. Mageswari Dr. M., Rinisha A.R., Monisha Y. Glowcrete: A Modern Phosphorescent Concrete // Journal of Emerging Technologies and Innovative Research JETIR. 2021. Vol. 8(4). Pp. 213–218.

9. He B. et al. Characteristics analysis of self-luminescent cement-based composite materials with self-cleaning effect // Journal of Cleaner Production. – 2019. – Т. 225. – С. 1169-1183.

10. Saleem M., Blaisi N. I. A. Luminescent concrete composition and product : пат. 11186524 США. – 2021.

11. Zhu Y. et al. Encapsulation of strontium aluminate phosphors to enhance water resistance and luminescence // Applied surface science. – 2009. – Т. 255. – №. 17. – С. 7580-7585.

12. Сулейманова Л.А., Малюкова М.В., Корякина А.А. Светящиеся декоративные бетоны с использованием отходов камнедробления горных пород // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. № 12. С. 8–16.

13. А. В. Каменчуков, А. С. Елизаров, А. Б. Павликов, В. М. Долгачева Перспективы применения люминесцентного бетона при строительстве и эксплуатации подземных линейных транспортных сооружений // ИВД. 2024. №5 (113). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-primeneniya-lyuminestsentnogo-betona-pri-stroitelstve-i-ekspluatatsii-podzemnyh-lineynyh-transportnyh-sooruzheniy> (дата обращения: 23.08.2025).

14. Both M. et al. Photoelectric effect on concrete artifacts produced with the addition of luminescent substances and polymer residues // Journal of King Saud University-Engineering Sciences. – 2024. – Т. 36. – №. 1. – С. 19-22.

15. Li M. et al. Experimental Study on Strength of Luminous Concrete with Double Admixture of Fly Ash and Slag Powder // Frontier Research on High Performance Concrete and Mechanical Properties. – Singapore : Springer Nature Singapore, 2024. – С. 375-387.

16. Sohailuddin S., Choudhary M., Verma S., Danish U., Somkuwar R., Akmal M. A Review on Study of Luminous Concrete // International Journal of Innovative Research in Technology (IJIRT). — 2023. — Vol. 10, Issue 1. — Pp. 628–633

17. Agustin A., Bolando R. D., Balubal C. S., Buguina B. M., Pataueg K., Soriano G., Lugo J. Glow-In-The-Dark Concrete Topping-Based Road Marking // Journal of Engineering, Architecture, and Informatics (JEAI). — 2023. — Vol. 3. — Pp. 21–27.

18. Wright P. H. et al. Effect of pavement markers on nighttime crashes in Georgia. – 1982. – №. HS-033 690.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

**Кузнецова Е.В., кандидат технических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»,
Оренбург**

Аннотация: в работе анализируется динамика жилищного строительства в Оренбургской области в 2024 году, рассматриваются актуальные тенденции и проблемы, с которыми сталкивается рынок жилья региона; проводится исследование показателей, которые характеризуют строительство в Оренбургской области; отмечается, что регион демонстрирует активные темпы развития.

Ключевые слова: строительство, жилье, Оренбуржье, динамика цен, строительные материалы, темпы ввода жилья, доступное жилье, жилищная недвижимость.

В условиях современного экономического развития строительство жилья выступает одним из ключевых факторов, определяющих не только уровень жизни населения, но и общую экономическую стабильность региона. Оренбургская область, как один из активно развивающихся субъектов Российской Федерации, демонстрирует заметные успехи в сфере жилищного строительства. В 2024 году регион продолжает наращивать объемы ввода жилья, что является важным индикатором его экономической динамики и привлекательности для инвестиций. Однако, несмотря на положительные тенденции, рынок жилья сталкивается с рядом вызовов, включая рост цен на строительные материалы и услуги, а также последствия экономических колебаний.

Анализ научной литературы показывает, что вопросы жилищного строительства и его влияния на экономику региона активно исследуются. В целях проработки теоретической базы исследования, в частности, влияния развития жилищного строительства на экономику региона, особенностей социально-экономического развития жилищного строительства, рассмотрены научные труды Е.Н. Киселевой [1], Е.В. Лебедевой [3], Т.Т. Авдеевой [5], О.В. Долженко. Исследования подчеркивают важность анализа динамики жилищного строительства для понимания причин на растущие цены на готовое жилье, а также необходимость развития инфраструктуры для повышения качества жизни населения.

Такие аспекты, как влияние цен на строительные материалы и затраты на строительство остаются недостаточно изученными, что создает необходимость в более детальном анализе.

Цель данного исследования заключается в комплексном анализе динамики жилищного строительства в Оренбургской области в 2024 году с акцентом на выявление факторов, влияющих на рост цен на жилье и оценку перспектив развития сектора. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- 1 проанализировать объемы ввода жилья в регионе за последние пять лет и спрогнозировать их динамику на ближайшие годы;
- 2 исследовать влияние индивидуального жилищного строительства на рынок жилья и его ценообразование;
- 3 оценить влияние роста цен на строительные материалы и услуги на общую стоимость квадратного метра жилья;
- 4 выявить основные экономические и социальные факторы, способствующие развитию жилищного строительства в Оренбургской области;
- 5 рассмотреть роль государственной поддержки и ипотечных программ в формировании доступности жилья для населения.

Данное исследование направлено на выявление ключевых тенденций и проблем в сфере жилищного строительства, что имеет важное значение для формирования эффективной государственной политики и привлечения инвестиций в данный сектор.

Гипотеза исследования направлена на выявление взаимосвязей между динамикой жилищного строительства, экономическими факторами и качеством жизни населения в Оренбургской области, что позволит разработать рекомендации по улучшению жилищной политики и привлечению инвестиций в сектор.

Исходя из гипотезы, ожидается, что:

- 1 объемы ввода жилья в Оренбургской области продолжают расти, что будет способствовать экономической стабильности и развитию смежных отраслей;
- 2 индивидуальное жилищное строительство станет более распространенным, что изменит структуру рынка и ценообразования;
- 3 рост цен на строительные материалы приведет к увеличению стоимости квадратного метра, что снизит доступность жилья для определенных групп населения;
- 4 государственная поддержка и ипотечные программы будут иметь решающее значение для обеспечения доступности жилья, что позволит большему числу граждан приобрести собственное жилье;
- 5 развитие инфраструктуры будет позитивно влиять на спрос на жилье и улучшение условий жизни в регионе.

Область исследования: данное исследование сосредоточено на анализе динамики жилищного строительства в Оренбургской области в 2024 году. Оно направлено на выявление факторов, влияющих на рост цен на жилье, а также оценку перспектив развития сектора. В 2024 году Оренбургская область столкнулась с проблемой подтопления, которое оказало значительное влияние на рынок жилья, в частности на спрос и цены на недвижимость. Исследование учитывает как экономические, так и социальные аспекты, влияющие на жилищное строительство, что позволяет сформировать более полное представление о текущей ситуации на рынке.

Сбор данных включает официальную статистику ОРЕНБУРГСТАТ и РОССТАТ о вводе жилья и ценах на строительные материалы, литературный анализ исследований и статей о жилищном строительстве и его влиянии на экономику региона, а также анализ отчетов о государственной поддержке, ипотечных программах и ценах на жилую и нежилую недвижимость.

Критерии анализа: при проведении исследования были определены следующие критерии: анализ динамики ввода жилья за последние пять лет и

прогнозирование на ближайшие годы; исследование факторов, влияющих на рост цен на жилье, включая влияние индивидуального жилищного строительства и цен на строительные материалы; оценка развития инфраструктуры и его влияние на качество жизни населения и рынок жилья.

Использованные материалы: в ходе исследования были проанализированы статистические отчеты о вводе жилья в Оренбургской области за последние пять лет, данные о ценах на строительные материалы и услуги, их динамика, научные статьи, касающиеся жилищной политики и индивидуального жилищного строительства, а также информация о государственной поддержке и ипотечных программах, влияющих на доступность жилья для населения.

Таким образом, исследование охватывает широкий спектр аспектов, касающихся жилищного строительства в Оренбургской области, включая статистические данные, литературный анализ и оценку влияния различных факторов на рынок жилья. Подтопление в Оренбургской области в 2024 году стало важным фактором, влияющим на динамику цен и спроса на жилье, что подчеркивает необходимость комплексного подхода к анализу рынка недвижимости с учетом экологических и климатических изменений. Это позволяет сформировать обоснованные выводы о текущем состоянии и перспективах развития сектора, что имеет важное значение для формирования эффективной государственной политики и привлечения инвестиций в жилищное строительство.

В 2024 году Оренбургская область продолжает демонстрировать активные темпы развития в сфере строительства, что является важным индикатором экономической стабильности и роста региона. За последние 5 лет в Оренбуржье введено более 5 миллионов м² жилья. Прогнозы показывают, что в 2024 году планировалось ввести в эксплуатацию более 1,18 миллионам² жилья, что на 10% больше по сравнению с предыдущим годом⁵.

Одной из ключевых тенденций текущего года является увеличение доли индивидуального жилищного строительства. Множество жителей области выбирают строительство собственных домов, что связано с растущими ценами на готовое жилье и желанием обеспечить комфортные условия для жизни.

В рамках программы по улучшению городской среды запланированы значительные инвестиции в строительство дорог, благоустройство общественных пространств и модернизацию коммунальных систем. [1].

Эти меры направлены на повышение качества жизни населения и создание комфортной городской среды. Однако, увеличение цен на строительные материалы и услуги, а также возможные экономические колебания могут повлиять на темпы строительства в Оренбуржье.

⁵Обзор рынка жилья в Оренбургской области: динамика ввода: официальный сайт. – Оренбург. – 2024. – URL: [https://56.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/пресс-релиз_строит\(3\).pdf](https://56.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/пресс-релиз_строит(3).pdf) (дата обращения: 20.09.2024).

По динамике ввода жилья Оренбургская область сейчас занимает 5-е место в России. Быстрые темпы строительства способствуют развитию смежных отраслей экономики, включая производство строительных материалов¹.

В настоящее время в регионе строится 342 многоэтажных дома общей площадью 926 тысяч м².

В 2024 году темпы ввода жилья в Оренбуржье почти в 1,5 раза выше, чем годом ранее⁶. Динамика ввода в действие жилых домов в Оренбуржье за январь-июль 2024 г., 1126,7 тыс. м²⁷.

Оренбургская область занимает первое место в рейтинге регионов Приволжского федерального округа (ПФО) и 14 место среди субъектов РФ по вводу в действие жилых домов⁸.

Структура жилищного строительства в Оренбургской области индивидуальными застройщиками в 2024 году выросло на 22% в сравнении с 2022 годом⁹. Специалисты Росстата рассчитывают индексы цен на первичном и вторичном рынках жилья на основе зарегистрированных цен на вновь построенные квартиры и на существующий жилой фонд, находящийся в частной собственности, если он является предметом рыночных сделок¹⁰.

Согласно данным Федеральной службы государственной статистики (Росстат), в Оренбуржье за янв.-сент. 2024 г. были введены в действие здания нежилого назначения, среди которых коммерческие здания - 44,2%, учебные здания – 2,7%¹¹.

По величине ставки ипотечного жилищного кредитования (ИЖК) Оренбургская область занимает 77-е место среди 85 регионов России (где первое место принадлежит региону с минимальной ставкой)

Наиболее распространённым материалом для стен строящихся домов в области является панель, из которой возводится 63,2% всей площади жилищного строительства. В целом по России доля панельного домостроения составляет 10,7%.

Наибольший объем жилищного строительства сосредоточен в объектах со сборно-монолитным железобетонным каркасом и стенами из крупных каменных блоков и панелей, их доля составляет 28,2% от площади жилых единиц.

⁶Федеральная служба государственной статистики (Росстат). (2024). Динамика ввода жилья в России и Оренбургской области за 2024 год. Москва: Росстат, 2024. –URL: <https://rosstat.gov.ru/folder/14458> (дата обращения: 20.09.2024).

⁷Обзор рынка жилья в Оренбургской области: динамика ввода: официальный сайт. – Оренбург. – 2024. – URL: [https://56.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/пресс-релиз_строит\(3\).pdf](https://56.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/пресс-релиз_строит(3).pdf) (дата обращения: 20.09.2024).

⁸Там же

⁹ Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области (Оренбургстат). (2024). Статистический отчет по вводу жилья в Оренбургской области за 2024 год. Оренбург: Оренбургстат, 2024. –URL: <https://56.rosstat.gov.ru/folder/31922> (дата обращения: 20.09.2024).

¹⁰Федеральная служба государственной статистики (Росстат). (2024). Официальная статистическая методология наблюдения за уровнем и динамикой цен на рынке жилья: утверждена приказом Росстата от 12.08.2022 № 5720. Москва: Росстат, 2022. –URL: https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/pr_572_12082022.pdf (дата обращения: 20.10.2024).

¹¹Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области. Жилищное строительство в Оренбургской области в январе-сентябре 2024 года. Москва: Росстат, 2024. –URL: https://56.rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Stroit_16.10.2024.pdf (дата обращения: 10.11.2024).

В последние годы тема энергосберегающих технологий выходит на уровень государственной и международной политики во всем мире. Одним из путей ее решения является повышение энергоэффективности объектов в промышленности, ЖКХ и на транспорте, а также, что немаловажно, в строительстве [2]. В отличие от многоэтажных зданий, в малоэтажных комплексах значительно проще реализовать концепцию энергопассивного дома.

Развитие рынка жилья в Российской Федерации началось с его массовой бесплатной приватизации в конце XX в., что сформировало базовое условие развития рыночных институтов в жилищной сфере[3]. Одной из характерных черт рынка жилой недвижимости является наличие множества участников, включая покупателей, инвесторов, застройщиков, посредников и государственные органы власти. [4].

Однако формирование рыночных институтов в жилищной сфере происходило с различной скоростью и эффективностью, некоторые из них не созданы до сих пор [5].

Строительные инновации оказывают большое влияние на развитие научно-технического прогресса и экономики страны в целом. «В условиях модернизации экономики основной целью развития жилищного строительства в России является использование инновационных технологий, позволяющих осуществлять энергоэффективное и экологически чистое строительство.

Использование новых технологий в жилищном строительстве способствует созданию более комфортных условий проживания горожан в таких домах. Примером может служить использование инновационных радиационно-защитных материалов, конструкций и стеновых панелей, применение которых снижает риск онкологических заболеваний. Кроме того, особую ценность представляют последние инновации, снижающие затраты и усилия .

В последнее время наблюдается значительный рост стоимости м²жилья. В 2022 году средняя стоимость м²в Оренбурге составляла 63 тыс. руб., в 2023 — 70 тыс. руб., а на сегодняшний день она достигла 78 тыс. рублей¹².

Сложная паводковая ситуация в Оренбуржье привела к значительному удорожанию аренды жилья, причем рост цен затронул квартиры разных габаритов. Небольшое увеличение стоимости ожидается на жилье, которое не пострадало от паводка весной 2024 года.

В результате, создался дополнительный спрос на недвижимость в неподтопляемых районах, что способствовало повышению цен. Многие инвесторы и застройщики начали пересматривать свои планы, учитывая риски, связанные с отоплением, что могло замедлить темпы жилищного строительства. Отопление привело к снижению интереса к строительству в затопляемых районах, что вызвало дефицит предложений на рынке и, как следствие, рост цен на жилье в более безопасных и стабильных районах.

Дополнительно, отопление повлияло на страховые ставки и условия финансирования, так как страховые компании начали учитывать риски,

¹² Аналитический обзор ЕРЗ-Аналитика. (август 2023). Строительство жилья профессиональными застройщиками в Оренбургской области: «Институт развития строительной отрасли», Москва, 2023. — URL:<https://erzrf.ru/images/repfle/23881144001REPFILE.pdf> (дата обращения: 20.09.2024).

связанные с затоплением, что могло увеличить затраты на страхование недвижимости и, соответственно, повысить общую стоимость жилья.

1 июля 2024 года истек срок действия льготной ипотеки с государственной поддержкой на новостройки под 8% годовых, что было одной из самых популярных льгот в сфере жилья¹³.

Специалисты прогнозируют, что в ближайшие один-два года стоимость жилья может снизиться на 5-10%, при этом наблюдается тенденция к увеличению интереса к строительству частных домов¹⁴.

Разрыв между ценами на первичном и вторичном рынке продолжает увеличиваться, достигнув 42 % по итогам прошлого года¹⁵.

На стоимость жилья также влияют возросшие на 12% затраты на труд строителей и увеличившаяся на 20 % за год цена строительных материалов¹⁶.

Средняя фактическая стоимость строительства включает в себя затраты на строительно-монтажные работы (СМР), а также затраты на строительные материалы.

Эта группа затрат включает:

- материальные затраты (стоимость материалов, деталей и конструкций);
- затраты на оплату труда и единый социальный налог;
- амортизацию основных средств;
- прочие затраты.

Показатель "Прочие составляющие цены квадратного метра, не связанные со стоимостью СМР и строительных материалов", может включать:

- прибыль девелопера;
- затраты застройщиков на приобретение прав на земельный участок;
- стоимость строительства внутриплощадочных наружных инженерных коммуникаций, стоимость работ по благоустройству и озеленению территории строительства;
- получение и исполнение технических условий по подключению объекта к сетям инженерной инфраструктуры;
- затраты по вводу дома в эксплуатацию;
- затраты на рекламу, содержание компании, выплаты по кредитам.

Характерной особенностью рынка жилой недвижимости является объединение обширного числа представителей, включая покупателей,

¹³ Аналитические обзор. Аналитический центр [ДОМ.РФ](https://dom.rfanalitics/mortgage/) (июль 2024) Итоги реализации «Льготной ипотеки». Москва, 2024.– URL:<https://dom.rfanalitics/mortgage/>(дата обращения: 20.09.2024).

¹⁴ Обзор рынка ипотечного кредитования в России. Аналитическое Кредитное Рейтинговое Агентство (Акционерное общество), АКРА (АО). «Ипотека: есть ли жизнь после 1 июля». Москва, 2024.– URL:https://www.acra-ratings.ru/upload/iblock/9ed/9wd2kxklhmvb8y27myk3tg9fw0ym5ci8/20241015_RFIIN.pdf(дата обращения: 20.09.2024).

¹⁵ Информационный бюллетень. Статистические показатели. Сведения о рынке ипотечного жилищного кредитования в России (сентябрь 2024). Москва, 2024.– URL:https://cbr.ru/Collection/Collection/File/50803/mortgage_lending_market_2409-53.pdf(дата обращения: 20.09.2024).

¹⁶ Прогнозы экспертов и тенденции. Цены на жилье в Оренбуржье: официальный сайт. – Оренбург. – 2024. – URL: <https://vestirama.ru/> (дата обращения: 20.09.2024).

инвесторов, застройщиков, посредников, а также государственных органов власти .

В период с 2022 по 2024 годы наблюдается значительное увеличение доли прочих составляющих, не связанных со стоимостью СМР и строительных материалов, в цене м² на первичном рынке жилья. Это свидетельствует о том, что строительно-монтажные работы и материалы не являются основными факторами роста цен на жильё. За последние годы стоимость квадратного метра жилья, доля прибыли девелопера, затрат на земельные участки, коммуникации, подключение к сетям, ввод в эксплуатацию, рекламу и обслуживание кредитов возросла до 54 %.

Влияние стоимости приобретенных строительными организациями строительных материалов (включая стоимость доставки и услуг посредников) на динамику цены жилья в РФ: динамика цен на строительные материалы в течение последних пяти лет отстает от динамики цен на первичном рынке жилья, что говорит о том, что производители строительных материалов не являются основными факторами роста цен на жильё.

Строительные материалы не являются основными факторами, влияющими на рост стоимости квадратного метра жилья в России.

На протяжении периодов анализа с 2019 по 2024 год, цены на строительные материалы для подрядных и строительных организаций росли медленнее, чем цены на первичное жильё.

Развитие рынка жилой недвижимости закладывается в основу роста всей национальной экономики за счет реализации комплексных девелоперских проектов застройки территорий, приводящих к формированию как экономических, так и социальных эффектов .

Если не будут выявлены реальные причины роста цен м² на первичном рынке и не будут приняты соответствующие меры, то рост цен на жилье продолжится и будет зависеть от объемов и условий ипотечных программ, а также от затрат девелоперов и строителей, не связанных со стоимостью строительных материалов и строительства.

Продолжение роста цен на жильё ещё больше усугубит разрыв между доходами населения и стоимостью жилья, что, в свою очередь, приведёт к увеличению закредитованности граждан и создаст непосильное бремя ипотечных платежей.

Устойчивый рост объемов строительства, акцент на индивидуальное жилищное строительство и развитие инфраструктуры создают основы для дальнейшего прогресса региона. Привлечение инвестиций и поддержка местных застройщиков станут ключевыми факторами, определяющими динамику развития строительного сектора в будущем.

Заключение

Таким образом, динамика жилищного строительства в Оренбургской области характеризуется как положительными, так и отрицательными аспектами. С одной стороны, рост объемов строительства и интерес к индивидуальному жилью открывают новые возможности для развития региона. С другой стороны, экономические вызовы и повышение цен на жилье требуют

внимания со стороны властей и инвесторов для создания комфортной и доступной городской среды. Анализ состояния и основных тенденций жилищного строительства в Оренбуржье показывает, что регион находится на пути к устойчивому развитию.

Результаты исследования подчеркивают необходимость внимания со стороны властей и инвесторов для обеспечения комфортной и доступной городской среды, что является ключевым фактором дальнейшего прогресса региона. Устойчивый рост объемов строительства и поддержка индивидуального жилищного строительства создают хорошие перспективы для развития несмотря на существующие экономические вызовы.

Список литературы

1. Киселева, Е.Н. Влияние индивидуального жилищного строительства на экономику регионов/ Е.Н. Киселева, Н.В. Жахов, Н.М. Сурай, М.В. Шатохин. – DOI 10.14258/erb202353// Экономика. Профессия Бизнес. – 2023. – №4 – С. 47-56. —EDN GSGUNE.
2. Кузнецова, Е.В. Строительство энергоэффективного жилья в Оренбуржье/ Е.В. Кузнецова, В.А. Хамидуллин // Оренбургские горизонты: прошлое, настоящее, будущее: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Оренбург, 2020. – С. 141–145. – EDN VZTHBF
3. Лебедева, Е. В. Развитие жилищной политики в Российской Федерации / Е. В. Лебедева // Современные вопросы экономики и управления : сборник научных трудов II региональной научно-практической конференции, Самара, 04–05 марта 2020 года / Самарский государственный аграрный университет. – Кинель: Самарский государственный аграрный университет, 2020. – С. 101-106. – EDN ZYDSRL
4. Клочкова, Е. Н. Рынок жилой недвижимости: тенденции и перспективы / Е. Н. Клочкова, М. А. Толстякова // Статистика и Экономика. – 2019. – Т. 16, № 3. – С. 24-33. –EDN OQDMQO.
5. Авдеева, Т. Т. Трансформация отношений собственности в жилищном секторе экономики и приоритеты современной жилищной политики / Т. Т. Авдеева, Д. В. Маловичко // Вестник Томского государственного университета. – 2014. – № 378. – С. 172-177. – EDN RZCICF.

ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В МОНИТОРИНГЕ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Фролов В.А., Кулешов И.В.,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»,
Оренбург

Аннотация: цифровизация революционно меняет строительный мониторинг, повышая точность диагностики и эффективность процессов. Основные препятствия внедрения – высокая стоимость оборудования, обучение персонала и интеграция систем. Необходима модернизация нормативной базы для успешной трансформации отрасли.

Ключевые слова: строительный мониторинг, цифровизация, лазерное сканирование, IoT-датчики, BIM-технологии, LiDAR, облачные решения.

Современный строительный мониторинг переживает глубокую трансформацию благодаря активному внедрению цифровых технологий. Традиционные методы обследования постепенно уступают место инновационным решениям, основанным на передовых разработках в области лазерного сканирования, искусственного интеллекта и облачных технологий.

Традиционные методы обследования характеризуются значительной субъективностью оценок, высокой трудоёмкостью процессов и ограниченной точностью измерений [3]. Существующие подходы не позволяют обеспечить полноценную автоматизированную обработку получаемых данных, что существенно снижает эффективность мониторинга технического состояния объектов.

Современные технологии открывают новые возможности для обследования зданий и сооружений. Лазерное 3D-сканирование позволяет создавать высокоточные цифровые модели объектов. Например, программа Autodesk ReCap используется для обработки облаков точек и создания детальных 3D-моделей зданий, что помогает выявлять даже мельчайшие деформации конструкций. Беспилотные летательные аппараты обеспечивают оперативный доступ к труднодоступным участкам конструкций [4]. Системы IoT¹⁷-датчиков собирают непрерывный поток данных о состоянии конструкций, а нейросети анализируют полученную информацию для выявления потенциальных дефектов.

Комплексный подход к обследованию зданий реализуется через последовательную цепочку процессов [2]. Начальный этап включает сбор данных с помощью современных цифровых инструментов. После сбора данных происходит обработка информации в специализированном программном обеспечении. На основе полученных результатов проводится детальный анализ

¹⁷ IoT – это сеть физических устройств со встроенными датчиками, программным обеспечением и возможностью подключения к интернету. Эти устройства могут собирать данные, обмениваться ими и выполнять действия без участия человека.

состояния конструкций, осуществляется прогнозирование их поведения и формируются рекомендации по необходимому ремонту или усилению.

Современные технологии находят широкое применение в различных областях мониторинга. Особое внимание уделяется обследованию несущих конструкций, контролю деформаций и анализу развития трещин. В качестве примера можно привести использование LiDAR-датчики¹⁸ для мониторинга трещин в бетонных конструкциях с точностью до 0,01 мм. Например, в проекте моста через реку Урал в г. Оренбург система обнаружила скрытые дефекты бетона, которые не были заметны при визуальном осмотре. Важным направлением становится оценка энергоэффективности зданий с помощью тепловизоров и анализ их сейсмической безопасности.

Мировая практика демонстрирует впечатляющие результаты внедрения цифровых технологий [5]. В Сингапуре успешно функционируют системы умного мониторинга высотных зданий. В странах ЕС разработаны специализированные платформы для анализа состояния инфраструктурных объектов. Американские компании активно используют облачные решения для управления строительными проектами, а японские специалисты создали автоматизированные системы контроля сейсмической безопасности.

Отечественная строительная отрасль постепенно адаптируется к новым технологиям мониторинга. Наблюдается тенденция к внедрению лазерного сканирования, развитию систем IoT для непрерывного контроля состояния конструкций и созданию отечественных программных решений. Важным направлением становится интеграция с BIM-технологиями, а также подготовка специалистов нового поколения.

Внедрение современных технологий обеспечивает значительное повышение точности измерений и автоматизацию процессов сбора данных. Существенно ускоряется обработка получаемой информации, что позволяет принимать более качественные управленческие решения и оптимизировать затраты на обслуживание объектов. Например, использование беспилотных летательных аппаратов для аэрофотосъёмки позволяет сократить время обследования крупного промышленного объекта с нескольких недель до нескольких дней.

Процесс цифровизации сопровождается определёнными трудностями. Основными препятствиями становятся высокая стоимость специализированного оборудования и необходимость обучения персонала работе с новыми технологиями. Сложности возникают при интеграции современных решений с существующими системами мониторинга.

Цифровизация мониторинга технического состояния зданий и сооружений становится ключевым фактором развития строительной отрасли. Внедрение современных технологий позволяет существенно повысить точность диагностики, оптимизировать затраты на обслуживание объектов и улучшить качество принимаемых решений.

¹⁸ LiDAR (Light Detection and Ranging) – это технология дистанционного зондирования, использующая лазерные лучи для измерения расстояний и создания трёхмерных моделей объектов и местности.

Для успешной реализации потенциала цифровых технологий необходимо комплексное решение ряда задач: модернизация нормативной базы [1], развитие кадрового потенциала, создание отечественных технологических решений и формирование единой информационной среды. Особое внимание следует уделить вопросам обеспечения информационной безопасности и адаптации существующих процессов к новым реалиям цифрового мониторинга.

Таким образом, цифровизация мониторинга технического состояния зданий и сооружений представляет собой необходимый этап развития строительной отрасли, позволяющий обеспечить надёжность и безопасность объектов при оптимальных затратах.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57365-2016. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений. Основные положения. – М.: Стандартиформ, 2016.
2. Иванов А.В. Цифровые технологии в строительстве: BIM, IoT, лазерное сканирование. – М.: Стройиздат, 2023. – 256 с.
3. Петров С.Н. Современные методы мониторинга строительных конструкций // Строительная механика и расчет сооружений. – 2024. – №2. – С. 45-52.
4. Смирнов К.Л. Беспилотные технологии в геодезии и строительстве // Геопрофи. – 2021. – №3. – С. 18-25.
5. Цифровые технологии в строительстве: международный опыт / Под ред. В.П. Сидорова. – СПб.: Политехника, 2020. – 180 с.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЗДАНИЙ НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Фролов В.А., Кулешов И.В.,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»,
Оренбург

***Аннотация:** в статье рассматривается внедрение BIM-технологий в эксплуатацию зданий, их влияние на повышение эффективности управления объектами и оптимизацию затрат. Анализируются преимущества цифровизации, практические примеры применения, а также основные препятствия внедрения. Особое внимание уделяется интеграции IoT-датчиков и автоматизации процессов обслуживания.*

***Ключевые слова:** BIM-технологии, информационное моделирование, эксплуатация зданий, цифровизация, мониторинг, энергоэффективность, управление объектами.*

Современная эксплуатация зданий переживает период трансформации благодаря внедрению информационных моделей зданий (BIM) [1]. Традиционные методы обслуживания, основанные на бумажных документах и периодических осмотрах, постепенно уступают место цифровым решениям, обеспечивающим более эффективное управление объектами [5]. Например, в Москве успешно реализуется проект по внедрению BIM-моделирования в эксплуатацию комплекса «Москва-Сити», где единая информационная система позволяет координировать работу всех инженерных систем небоскребов.

Информационное моделирование позволяет создать единую базу данных об объекте, включающую техническую документацию, характеристики материалов, историю обслуживания и планируемые работы [2].

Применение BIM-технологий существенно повышает эффективность эксплуатации зданий [3]. Благодаря созданию единой информационной базы становится возможным точное планирование ремонтных работ, оптимизация затрат на обслуживание и значительное сокращение времени принятия управленческих решений [4]. Например, при плановом ремонте кровли торгового центра система автоматически подбирает необходимые материалы, рассчитывает их количество и формирует график работ с учетом погодных условий.

На практике BIM-модель активно используется для мониторинга технического состояния конструкций, планирования профилактического обслуживания и управления инженерными системами. В бизнес-центре «Омега Плаза» внедрена система, которая ежедневно анализирует данные с сотен датчиков, отслеживающих температуру, влажность, давление и другие параметры. Особое внимание уделяется анализу энергоэффективности и прогнозированию износа элементов здания [2].

Современные информационные системы позволяют интегрировать данные с датчиков IoT, что значительно повышает точность мониторинга [5]. Например,

в жилых комплексах премиум-класса устанавливаются умные счетчики потребления ресурсов, которые автоматически передают данные в центральную систему управления.

Эффективная система эксплуатации на основе BIM предполагает непрерывный сбор и хранение данных об объекте, автоматизированный мониторинг состояния, планирование работ с учетом актуальных данных, контроль выполнения задач и анализ эффективности принятых решений [1]. Все эти процессы взаимосвязаны и образуют единую экосистему управления зданием [4].

В современных проектах BIM-моделирование успешно применяется при управлении различными типами объектов: от многоквартирных комплексов до промышленных сооружений. Например, на заводе «АвтоВАЗ» внедрена система, которая позволяет отслеживать состояние производственного оборудования и планировать его техническое обслуживание с учетом фактического износа. Особенно эффективно использование информационных моделей при эксплуатации крупных административных зданий и инфраструктурных объектов, где требуется координация работы множества различных систем.

Несмотря на очевидные преимущества, внедрение BIM-технологий сталкивается с рядом сложностей [3]. Основными препятствиями являются высокая стоимость создания информационной модели, необходимость обучения персонала работе с новыми системами, сложности интеграции с существующими платформами управления и обеспечение должного уровня информационной безопасности [2].

Цифровизация эксплуатации открывает широкие возможности для автоматизации рутинных процессов, повышения качества обслуживания и снижения эксплуатационных затрат [5]. Внедрение современных технологий способствует увеличению срока службы зданий и повышению их энергоэффективности [4]. Например, в бизнес-центрах класса А использование BIM-моделей позволило сократить расходы на энергопотребление на 15-20%.

Внедрение информационных моделей в эксплуатацию зданий становится ключевым фактором развития отрасли [1]. Успешная реализация потенциала BIM-технологий требует комплексного подхода, включающего модернизацию нормативной базы, развитие кадрового потенциала и создание единой информационной среды.

Таким образом, эксплуатация на основе информационной модели — необходимое условие для эффективного управления современными зданиями и сооружениями в условиях цифровой трансформации строительной отрасли. Примером успешного внедрения может служить опыт компании «ПИК», где BIM-технологии используются на всех этапах жизненного цикла зданий, от проектирования до эксплуатации.

Список литературы

1. ГОСТ Р 57365-2016. Мониторинг технического состояния зданий и сооружений. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2016.

2. Петров А.В. BIM-технологии в управлении недвижимостью. – М.: Стройиздат, 2023. – 280 с.
3. Сидоров К.К. «Информационное моделирование в эксплуатации зданий» // Строительство и архитектура. – 2024. – №2. – С. 34-45.
4. Иванов С.Н. Цифровая трансформация строительной отрасли. – СПб.: Питер, 2022. – 198 с.
5. Интеграция BIM-технологий в управление объектами недвижимости / Под ред. В.П. Смирнова. – М.: Академия, 2021. – 240 с.

ОТДЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СОВРЕМЕННОГО АРХИТЕКТУРНОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ТВОРЧЕСТВА АРХИТЕКТОРА ВИНЧЕНЦО БРЕННА

Латышев О.Ю.,

**Международная Мариинская Академия им. М.Д. Шаповаленко, г. Москва,
Россия, papa888@list.ru**

Аннотация. Значительную роль в организации современного архитектурного образования имеет изучение, внесшего особый вклад в развитие архитектурного наследия имперской столицы России и пригородов Санкт-Петербурга. Студентам следует особо указывать на высокую работоспособность Бренна, который из Российской империи увёз с собой более пяти тысяч подготовленных им на берегах Невы чертежей.

Ключевые слова: Винченцо Бренна, архитектурное образование, студент, Санкт-Петербург, Джакомо Кваренги, Карл Росси.

В процессе организации современного архитектурного образования на примере творчества итальянского архитектора Винченцо Бренна следует активно использовать обширный и убедительный иллюстративный материал филателистической, филокартической, нумизматической и иной направленности.

Российская нумизматика, обычно «шагающая в ногу» с отечественной филателией, в данном случае опередила последнюю, уже в 2017 году посвятив архитектору Винченцо Бренна двадцатипятирублёвую серебряную монету. Она отличается золотой вставкой в форме капители колонны ионического ордера, обозначающей принадлежность этого нумизматического продукта к серии, посвящаемой знаменитым архитекторам, трудившимся в Российской империи [1].

Родился Винченцо Бренна во Флоренции, столице Великого герцогства Тосканского. Его семья имела италошвейцарское происхождение. Как и многие художники, скульпторы и архитекторы, о которых мы уже писали или только намереваемся написать, все они были родом из швейцарского кантона Тичино. В 1766-1768 годах Винченцо Бренна, равно как и Джакомо Антонио Доменико Кваренги, проходил обучение у итальянского живописца академического направления, работе которого был также свойствен синтез искусств, рисовальщика и архитектора-декоратора Стефано Поцци в его римской мастерской. Вспоминая о происшедшем в это время знакомстве с Винченцо Бренна, главный герой нашей прошлогодней статьи «Неповторимый Джакомо Кваренги» сообщал, что «г. Бренна явился первым учителем моим в архитектуре» [2].

Во время путешествия цесаревича Павла Петровича и его супруги Марии Фёдоровны по европейским государствам под именем графа и графини Норд в конце 1781 года, или, как вариант, - в начале 1782 года, и произошло их знакомство с архитектором Винченцо Бренна. Павел Петрович пригласил его декорировать здание Большого Павловского дворца. К пятому апреля 2004 года художник-дизайнер Роман Геннадьевич Комса подготовил продолжение серии

«Четвертый выпуск стандартных почтовых марок Российской Федерации», на рисунке эмиссии №816А в составе которой изображается Большой Павловский дворец, являющийся архитектурным центром дворцово-паркового ансамбля, который располагается на возвышенности в парке музея-заповедника Павловска. На переднем плане в композиции почтовой миниатюры показана скульптура "Эрминия" [3].

В 1783 году Винченцо Бренна прибывает в столицу Российской империи, и становится помощником построившего Большой Павловский дворец архитектора Чарльза Камерона. Когда Павел I вступил на престол, состоялась отставка Камерона, в результате чего Винченцо Бренна в 1796 году становится главным архитектором. К пятому сентября 2003 года художник В. Скворцова подготавливает евроконверт № 223К-2003 «Санкт-Петербург. Павловск. Вид на Большой дворец от моста с кентаврами» [4].

Большой Павловский дворец благодаря Винченцо Бренна достраивается. Многие ранее существовавшие его интерьеры приобретают новую отделку, которая в значительно большей степени отвечает вкусам Павла Петровича и его супруги Марии Фёдоровны. Так, например, Винченцо Бренна надстраивает построенные Чарльзом Камероном полуциркульные галереи, также называемые циркумференциями. Они теперь делают более выразительным главный фасад Большого Павловского дворца.

25 декабря 1986 года поступил в обращение малый лист из пяти марок с купоном «Дворцы-музеи Ленинграда», венчает который марка №5796 работы Адольфа Плетнёва и Юрия Ермакова с изображением фасада Большого Павловского дворца [5].

Здесь же Винченцо Бренна надстраивает ещё и боковые корпуса, в качестве украшений для которых решает использовать военную арматуру. Трельяжные аркады выступают как элементы оформления галерей. Новая российская императрица Мария Фёдоровна предложила Винченцо Бренна пристроить в северной части к Большому Павловскому дворцу с противоположной стороны, «Светлую колоннаду» [6].

К 19 февраля 2013 года дизайнером Ханией Бетрединовой был подготовлен маркированный конверт европейского формата № 27К-2013/2013-037 «Анна Ивановна Зеленова (1913-1980), директор Павловского дворца-музея», на иллюстрации которого рядом с портретом юбиляра также представлен фасад Большого Павловского дворца.

В период с 1796 по 1798 год по инициативе императора Павла Петровича Винченцо Бренна перестраивает Большой Гатчинский дворец, который изначально для графа Григория Орлова возводил Антонио Ринальди. Следует отметить, что это «послеринальдиевское» чудо он переосмыслил значительно лучше, чем еще одно - третий Исаакиевский собор, за нелестный отзыв о качестве достройки которого можно было легко попасть на каторгу. В 1914 году в серии «The Baltic Exhibition Malmö 1914» увидела свет непочтовая марка-золушка Швеции с монохромным фото, на котором был фрагментарно представлен Большой Гатчинский дворец.

К 15 марта 2001 года художник Юрий Николаевич Арцименев осуществил художественное оформление малого листа из пяти марок с купоном № 666-670 «К 300-летию Санкт-Петербурга», где в центре справа помещена миниатюра № 668, изображающая Михайловский замок в Санкт-Петербурге, который возводил Винченцо Бренна.

Винченцо Бренна выстроил эффектный восьмигранный двор Михайловского замка, также называемый октогональным. К 15 марта 2017 года художник-дизайнер Г. Щеголь подготовил почтовую эмиссию № 2203 «Выпуск по программе «Европа». Замки № 2203 Санкт-Петербург. Михайловский замок». По периметру этого огромного восьмигранника идёт замысловатый выразительный рельефный фриз, в оформлении которого обильно использованы изображения военных трофеев.

Здесь Бренна выступил продолжателем дела крупнейшего архитектора эпохи русского классицизма Василия Ивановича Баженова. На конверте первого дня к вышеуказанной почтовой марке изображается фасад Михайловского замка, выходящий на реку Фонтанку.

Этот же вид украшает и обложку сувенирного набора № 812 «Выпуск по программе «Европа». Замки» выпуска 15 марта 2017 года в оформлении художника-дизайнера А. Поварихин. Как сообщил Игорь Эммануилович Грабарь, «императору импонировало, что Бренна умел «всему придавать несколько военный вид» [1].

Иллюстративная секция евроконверта № 157К-2007 «Санкт-Петербург. Русский музей. Михайловский замок», выпущенного 4 октября 2007 года по фотографии, которую сделала фотохудожник С. Воронцова-Ногтева, включает совмещает вид фасадов с Кленовой аллеи и реки Фонтанка.

И, наконец, Михайловский замок со стороны Летнего сада можно увидеть на односторонней почтовой карточке с литерой «В» № 2022-040/1 «Санкт-Петербург. Михайловский замок. Государственный Русский музей», которую к 1 марта 2022 года оформил С. Капранов.

К 15 мая 2020 года художник-дизайнер А. Поварихин оформил эмиссию № 2639 "А.Н. Бенуа «Парад при Павле I» (1907, ГРМ)" в двухмарочной серии №№ 2639-2640 «150 лет со дня рождения А.Н. Бенуа (1870–1960), художника», где парад проходит на фоне фасада замка со стороны Кленовой аллеи.

Название Михайловскому замку дал включённый в него храм Михаила-Архангела. Хотя после гибели Павла Первого Винченцо Бренна и покинет Россию, но оставляемой им империи он оставит своего ученика – великого Карла Росси, который долго и гениально будет служить стране, название которой так похоже на его фамилию – России!

Список литературы

1. Латышев О. Ю. Синтез искусств в художественной практике Джакомо Кваренги / О. Ю. Латышев, П. А. Латышева, М. Э. Радаэлли, М. Луизетто // Синтез искусств в проектировании среды : Материалы VI (I)

Международной научно-практической конференции, Омск, 29 октября 2024 года. – Омск: Омский государственный технический университет, 2025. – С. 36-44.

2. Латышев О.Ю. Театр и улица зодчего Росси // PHILATELY.RU/ - URL: <https://philately.ru/article/philately/45545/teatr-i-ulitsa-zodchego-rossi/> (Дата обращения: 24.04.2025г.).

3. Латышев Ю.А., Латышева П.А., Латышев О.Ю. Первый учитель Кваренги и Росси. Памяти архитектора Винченцо Бренна // PHILATELY.RU/ - URL: <http://philately.ru/article/philately/45572/perviy-uchitel-kvarengi-i-rossi/> (Дата обращения: 27.05.2025г.).

4. Латышева П. А., Латышев О. Ю., Радаэлли М. Э., Луизетто М. Неповторимый Джакомо Кваренги // PHILATELY.RU/ - URL: <https://philately.ru/article/philately/45337/nepovtorimiy-dgakomo-kvarengi/> (Дата обращения: 23.09.2024г.).

5. Latyshev O. Yu. Architetti italiani. 250 anni dalla nascita di Carlo Rossi. CULTURA ITALORUSSA / Natura docet: la Natura insegna. MENSILE DI MEDICINA, SALUTE, ALIMENTAZIONE, BENESSERE, BELLEZZA TURISMO E CULTURA. Cultura. Artisti e Architetti italiani in Russia. Ottobre 2024. P. 38-42.

6. Latyshev O. Yu., Latysheva P. A., Luisetto M., Radaelli M. Giacomo Quarenghi Nel 280° anniversario della nascita / Natura docet: la Natura insegna. MENSILE DI MEDICINA, SALUTE, ALIMENTAZIONE, BENESSERE, BELLEZZA TURISMO E CULTURA. Cultura. Artisti e Architetti italiani in Russia. Ottobre 2024. P. 48-56.

ПРЕИМУЩЕСТВА И ОСНОВНЫЕ ТРУДНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ В СТРОИТЕЛЬНУЮ ПРАКТИКУ

Лисов С.В., старший преподаватель кафедры СК, Аркаев М.А., кандидат технических наук, доцент кафедры СК,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация: рассмотрены методики проектирования многоквартирного дома, определена специфика проектирования многоквартирных жилых домов и особенности применения BIM для решения задач на различных этапах проектирования. Приведены преимущества и основные трудности внедрения BIM-технологий в строительную практику.

Ключевые слова: BIM-технологии, информационная модель, проектирование, конструирование.

Современный мир, характеризующийся стремительным научно-техническим прогрессом, предъявляет все более высокие требования к эффективности и качеству во всех сферах человеческой деятельности, и строительство не является исключением. Проектирование, как неотъемлемая часть жизненного цикла любого строительного объекта, играет ключевую роль в обеспечении его надёжности, безопасности и экономической целесообразности. Традиционные подходы к проектированию, основанные на двухмерных чертежах и разрозненной документации, все чаще сталкиваются с ограничениями, не позволяя эффективно справляться с возрастающей сложностью и масштабами со-временных строительных проектов. В этом контексте, внедрение BIM-техно-логий (Building Information Modeling — информационное моделирование зданий) становится не просто актуальным, а необходимым шагом для развития строительной отрасли. BIM представляет собой инновационный подход, который позволяет создавать и использовать цифровую информационную модель объекта на протяжении всего его жизненного цикла, от самой ранней концепции до сноса, обеспечивая тем самым более эффективное управление проектом, сокращение затрат и повышение качества конечного результата.

Информационное моделирование зданий, или BIM, представляет собой парадигму проектирования, строительства и эксплуатации объектов, основанную на создании и использовании динамической, интеллектуальной 3D-мо-дели. Эта модель не просто визуальное представление, а многогранная база данных, содержащая все необходимые сведения об объекте, от его геометрии и материалов до стоимости, сроков выполнения работ и эксплуатационных

характеристик. В отличие от традиционного подхода, где проект существует в виде разрозненных 2D-чертежей и спецификаций, BIM объединяет всю информацию в единой цифровой среде, что обеспечивает более эффективное взаимодействие между участниками проекта, согласованность данных и возможность анализа различных вариантов решений.

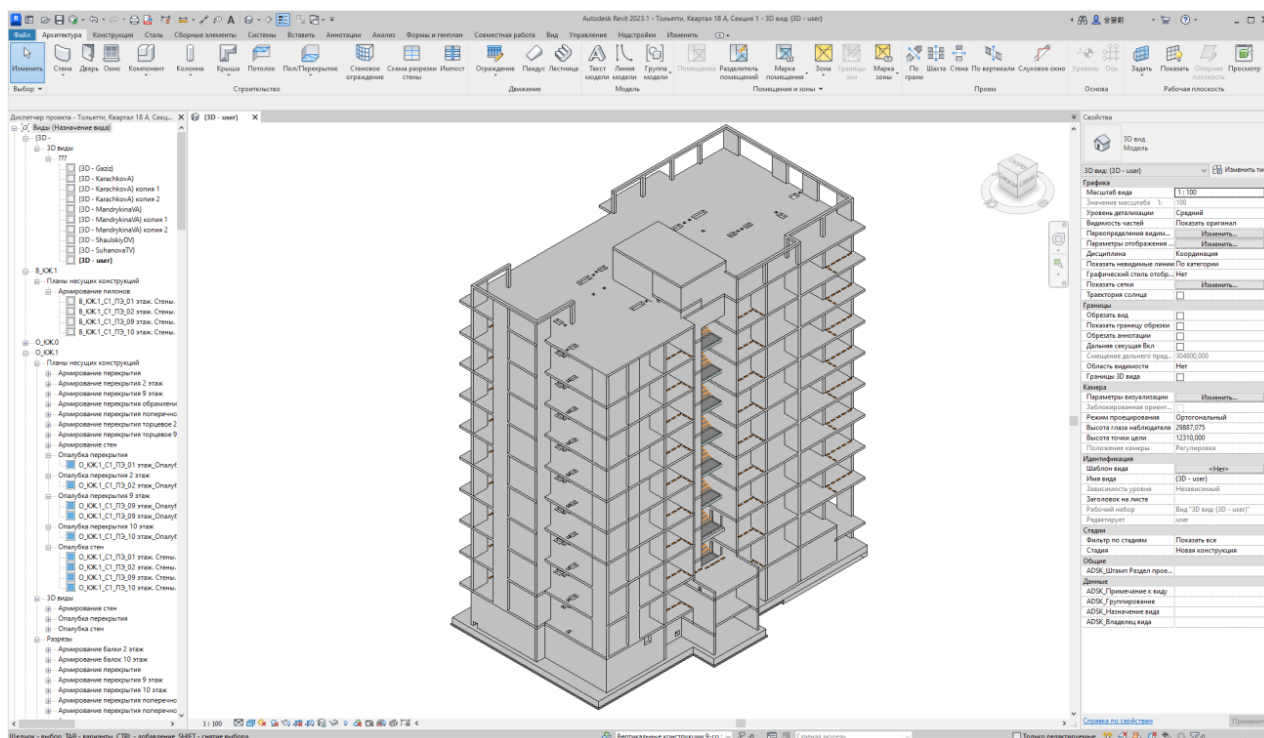


Рисунок 1 – Пример конструктивной модели жилого дома

Исторически, развитие BIM-технологий началось во второй половине XX века, когда в военной промышленности начали разрабатывать сложные проекты и появилась потребность в более эффективных инструментах. Активное развитие BIM в гражданском строительстве началось в 80-90-е годы прошлого столетия. Сегодня на рынке программного обеспечения для BIM представлены как крупные международные компании, так и небольшие нишевые разработчики, предлагающие различные решения для различных задач. Развитие BIM, как такового, неразрывно связано с развитием информационных технологий, адаптирующихся и совершенствующихся со временем. В настоящее время BIM-технологии активно используются во многих странах мира, при этом лидерами в этой области признаны Германия и Великобритания. Россия также стремится к активному внедрению BIM, что обусловлено как стремлением повысить эффективность строительной отрасли, так и необходимостью соответствовать мировым стандартам [1].

Внедрение технологий информационного моделирования зданий (BIM) стало ключевым драйвером трансформации строительной отрасли, предлагая инструменты для повышения эффективности на всех этапах жизненного цикла объекта. Однако наряду с преимуществами существует ряд системных сложностей, которые требуют внимания при интеграции BIM в практику.

BIM-технологии кардинально меняют подход к работе с данными, объединяя в единой цифровой среде геометрию, технические параметры, экономические расчёты и временные рамки проекта. Это позволяет участникам процесса – от архитекторов до эксплуатационных служб, взаимодействовать в режиме реального времени, минимизируя рассогласование информации. Автоматизация процессов, таких как формирование чертежей или расчёт смет, сокращает сроки подготовки документации на 20-30%, а интеграция инструментов анализа (проверка коллизий, энергоэффективность) снижает риск ошибок, которые в традиционном проектировании часто выявляются лишь на стройплощадке.

Одним из ключевых достоинств BIM является его роль в управлении жизненным циклом объекта. Цифровая модель не теряет актуальность после сдачи проекта: она становится основой для мониторинга состояния конструкций, планирования ремонтов и даже демонтажа. Интеграция с IoT-датчиками позволяет отслеживать параметры в реальном времени, что особенно важно для сложных инфраструктурных объектов, где малейшие отклонения могут привести к критическим последствиям.

Кроме того, BIM способствует устойчивому развитию, поддерживая принципы «зелёного» строительства. Моделирование энергопотребления, углеродного следа и использования материалов помогает создавать объекты, соответствующие международным экологическим стандартам, таким как LEED и BREEAM. Это не только снижает нагрузку на окружающую среду, но и повышает инвестиционную привлекательность проектов.

Несмотря на очевидные преимущества, интеграция BIM сталкивается с рядом препятствий. Первой и наиболее ощутимой проблемой становятся высокие первоначальные затраты. Помимо расходов на лицензионное ПО и IT-инфраструктуру, компании вынуждены инвестировать в обучение сотрудников, многие из которых десятилетиями работали с 2D-чертежами. Для небольших организаций, особенно в регионах, эти затраты часто оказываются неподъёмными.

Еще одним вызовом является дефицит квалифицированных кадров. BIM требует не только навыков работы с конкретными программами, но и понимания принципов коллаборативной работы. Даже в крупных городах ощущается

нехватка специалистов, способных координировать междисциплинарные проекты, что замедляет процессы внедрения.

Нормативные пробелы усугубляют ситуацию. В России, например, до сих пор не решён вопрос юридического статуса BIM-моделей. Неясно, как распределяется ответственность за ошибки в цифровой среде при участии нескольких подрядчиков, а также можно ли считать модель официальным документом при согласовании проектов. Эти неопределённости создают риски для участников рынка.

Технические сложности также играют роль. Несовершенство форматов обмена данными (таких как IFC) приводит к искажениям при переносе моделей между разными платформами. Кроме того, переход на облачные решения, необходимые для совместной работы, повышает уязвимость проектов к кибератакам, что требует разработки сложных протоколов безопасности.

Культурные барьеры завершают список вызовов. BIM предполагает отказ от иерархических структур в пользу открытой коллаборации, где все участники имеют равный доступ к информации. В компаниях с традиционным управлением это часто вызывает сопротивление со стороны руководства, опасającego потери контроля.

BIM представляет собой качественно новый подход к управлению жизненным циклом строительных объектов, основанный на создании интегрированной цифровой модели, объединяющей геометрические, технические, экономические и временные данные. Его развитие стало результатом многолетней эволюции – от первых систем автоматизированного проектирования (CAD) в 1960-х годах до современных комплексных платформ, поддерживающих междисциплинарное взаимодействие. Основные характеристики BIM, такие как трёхмерное моделирование, автоматизация процессов и совместная работа, кардинально отличают его от традиционных методов проектирования, ориентированных на 2D-документацию. Это обеспечивает повышение точности проектирования, сокращение сроков и снижение рисков за счет раннего выявления коллизий.

Нормативное регулирование BIM демонстрирует значительные различия между российской и международной практикой. В России, несмотря на активное развитие нормативной базы, сохраняются пробелы, включая фрагментарность стандартов и неопределенность юридического статуса BIM-моделей. Международный опыт, напротив, характеризуется системной интеграцией BIM в законодательство (Директива ЕС 2014/24/EU, стандарты ISO 19650) и активным использованием открытых форматов данных, таких как IFC. Для гармонизации с глобальными подходами России необходимо усилить работу по

унификации стандартов, развитию цифровой инфраструктуры и подготовке кадров.

Преимущества BIM, включая оптимизацию ресурсов, управление жизненным циклом объекта и поддержку устойчивого развития, делают его ключевым инструментом современной строительной отрасли. Однако, внедрение технологии сопряжено с комплексом вызовов: высокие первоначальные затраты, дефицит квалифицированных специалистов, технические ограничения совместимости ПО и культурное сопротивление изменениям. Эти барьеры требуют системного подхода, включающего не только технологическую модернизацию, но и трансформацию управленческих процессов.

Таким образом, BIM-технологии формируют новую парадигму проектирования, сочетающую инновации с повышенными требованиями к организации работы. Их успешное внедрение в России зависит от решения нормативных, образовательных и инфраструктурных задач, что открывает перспективы для повышения конкурентоспособности отечественной строительной отрасли на глобальном уровне.

Список литературы

1. Горьякина, Е. В. (2022). Достоинства и недостатки применения информационного моделирования при проектировании. Сборник статей 11-й Международной молодежной научной конференции, 3, 403-405. // [Электронный ресурс].
2. Попов Денис Викторович. Преимущества и недостатки внедрения bim-технологий в строительные организации // Universum: технические науки. 2024. №3 (120). // [Электронный ресурс].
3. Гилемханов, Р. А. (2015). Опыт применения Autodesk Revit и Robot Structural Analysis Professional. Строительство уникальных зданий и сооружений, 11(38), 72-88. // [Электронный ресурс].
4. Шарманов, В. В., Мамаев, А. Е., Болейко, А. (2015). Трудности поэтапного внедрения BIM. Строительство уникальных зданий и сооружений, 10(37), 108-120. // [Электронный ресурс].

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗВЕДЕНИЯ
ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ В КАРКАСНЫХ ЗДАНИЯХ**
Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук,
доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Аннотация: В данной статье рассматривается актуальная тема проектирования и технологии возведения многослойных каменных стен в каркасном строительстве. Обсуждаются особенности проектирования таких стен, выбор материалов и технологии строительства. Особое внимание уделяется преимуществам и недостаткам данного подхода, а также возможностям повышения энергоэффективности зданий.

Ключевые слова: конструкция, многослойная каменная стена, каркас, энергоэффективность.

Каркасными называют конструкции, в которых основной несущий элемент — это пространственная система, состоящая из стоек, ригелей и других элементов.

Такие здания отличаются высокой скоростью возведения и возможностью использования различных материалов для наружных ограждающих конструкций каркаса.

В последнее время всё больше внимания уделяется применению многослойных кирпичных стен в качестве вертикальных ограждающих конструкций в каркасном строительстве. Это связано с их хорошими тепло- и звукоизоляционными свойствами, а также возможностью создания эстетически привлекательного внешнего вида здания.

Безусловно, чрезмерное усложнение зданий в плане, чем сегодня увлекается современная архитектура в поисках своего индивидуального выражения и привлекательности не способствует решению проблем теплосбережения.

Здания должны иметь как можно меньше углов и выступающих из общего плана архитектурных деталей, увеличивающих суммарные теплопотери [1],[2],[5],[9].

Решение данной проблемы заставило пересмотреть существующие конструктивные решения ограждений зданий.

Современная ограждающая конструкция стала многослойной и обязательно включает в себя слой эффективного теплоизоляционного материала. На начальном этапе выбор данного материала был очень ограничен. Строительная индустрия только начинала внедрять современные разработки в данном направлении. Это была минеральная вата (преимущественно стекловата), полистирол (пенопласт), легкие вспененные бетоны.

Месторасположение утеплителя в конструкции стены играет основную роль в обеспечении требований тепловой защиты здания в целом.

При проектировании стен из кирпича необходимо решить ряд технических задач, обеспечивающих надёжность, долговечность, энергоэффективность и соответствие нормативным требованиям. Основные из них:

1. Конструктивный расчёт несущей способности

2. Расчёт теплотехнических характеристик

3. Обеспечение звукоизоляции

4. Расчёт долговечности и морозостойкости

5. Обеспечение огнестойкости

6. Проработка конструктивных узлов, механические нагрузки от собственного веса в конструкциях стен и нагрузки при перемещении людей в конструкциях крыш и перекрытий [3],[5].

7. Обеспечение воздухопроницаемости и паропроницаемости

Предотвращение конденсации паров воды в конструкции достигается конструктивными решениями, а именно соответствующим расположением слоев материалов с различной паропроницаемостью и введением при необходимости дополнительных паровых барьеров, предотвращающих или ограничивающих конденсацию [4].

В качестве барьеров рекомендуется использовать специальные материалы - паро- и гидроизоляционные пленки. Гидроизоляция одновременно служит и ветрозащитой, т. е. предохраняет от конвективного переноса тепла (продувания) [6],[7].

8. Учёт особенностей монтажа - учет транспортировки, условий кладки (зимние условия, ограниченное пространство), допускаемых отклонений и удобства устройства монтажных швов.

В системах навесных вентилируемых фасадов, а также в конструкциях, где невозможно выполнить жесткую перевязку кладки наружного облицовочного кирпича с внутренней верстой здания используют гибкие связи. Гибкая связь служит для передачи ветровых нагрузок на внутреннюю кладку здания.

По способу конструктивного исполнения гибкие связи могут также с возможностью регулирования по высоте. Так, например, СП 327.1325800.2017 рекомендует их использовать при несовпадении рядов внутреннего и наружного слоев кладки более чем на 5 мм. Важно, что связи работают как «к фасаду», то есть на сжатие, так и «от фасада», то есть на растяжение. При этом, нагрузка «от фасада» зачастую превышает нагрузку «к фасаду».

Использование стальных гибких связей решает сразу конструктивную и технологическую задачи.

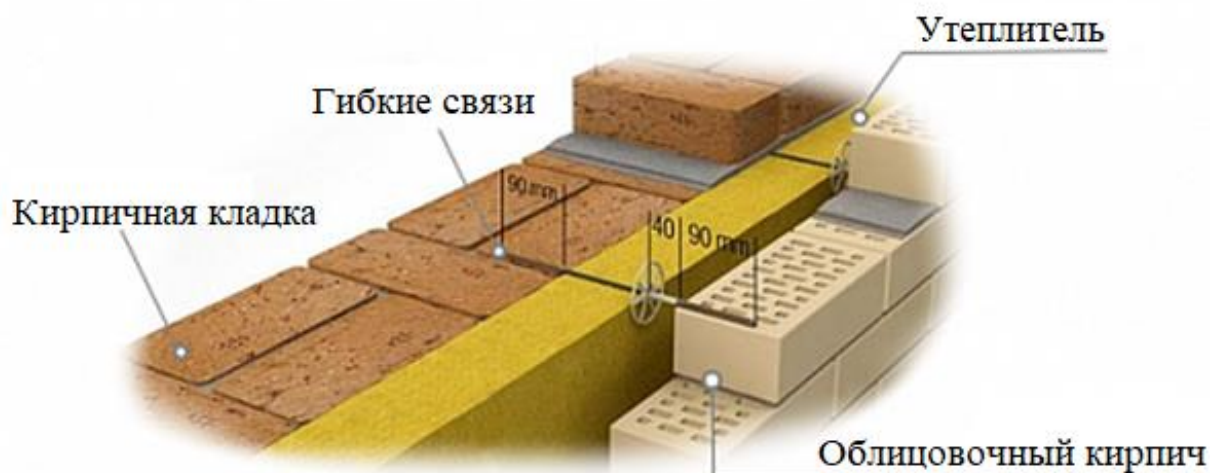


Рисунок 1 - Каменная кладка наружных стен на гибких связях (одиночные стержневые анкера)

Технологической особенностью возведения является совмещение монтажных и кладочных работ. Монтаж следующего этажа возможен только после набора бетоном 70% прочности, а нагрузка на кладку допускается при достижении 50% её проектной прочности.

Работы выполняет комплексная бригада (20–40 человек), состоящая из каменщиков, монтажников, плотников и других специалистов. Ведущее звено — каменщики или монтажники, остальные обеспечивают их работу.

Здание делится на технологические элементы- захватки и ярусы.

Технология возведения каменных стен каркасного здания предполагает этапность выполнения работ, которая состоит из:

- подготовительного этапа - сбор исходных данных и проектных решений, выбор материалов;
- этапа проверочных расчетов и конструирования (прочностные и теплотехнические характеристики конструкции);
- этапа непосредственного возведения конструкции и обеспечения контроля качества работ

Так, экспериментально установлено, что наиболее эффективно размещение утеплителя у наружной фасадной грани стены. Средняя эффективность – расположение утеплителя внутри стеновой конструкции (облегченные каменные кладки, трехслойные кладки на гибких связях). И, напротив, не рекомендуется утепление зданий изнутри.

В ходе эксплуатации зданий возникли проблемы связанные с невозможностью замены утеплителя в случае частичной утраты им теплоизоляционных свойств. Это происходило из-за неверного подбора конструктивных материалов по показателям паропроницаемости. Паропроницаемость материала должна иметь значения, исключающие возможность накопления влаги в конструкции в процессе ее эксплуатации [6].

По данным расчетов и эксплуатационных исследований зданий установлено , что применение металлических кладочных сеток в трехслойных

кладках на тридцать процентов снижало энергоэффективность ограждающих конструкций стен. Применение стержневых одиночных анкеров не всегда обеспечивает прочность кладки, возможно частичное отслоение/ обрушение фасадного облицовочного слоя трехслойной каменной стены [3,4].



Рисунок 2 – Наиболее эффективный способ утепления наружных стен (каркасное здание школы на 1755 чел. По ул. Гаранькина г. Оренбург)

Как правило, каждый производитель утеплителя подробно описывает преимущества своего продукта перед другими, умалчивая, однако о недостатках и ограничениях по его применению. В результате материал, имеющий отличные теплотехнические показатели, оказывается не эффективным, либо вообще не приемлемым в некоторых случаях [6].

Для теплоизоляционных материалов из минеральных волокон, применяемых в наружных ограждающих конструкциях зданий, особенно важным является показатель водостойкости. Учитывая возможность периодического увлажнения теплоизоляционных материалов в конструкции, показатель водостойкости в значительной степени определяет их долговечность.

Введение новых, более жестких, нормативов по энергосбережению вызвало необходимость радикального пересмотра принципов проектирования и строительства зданий.



Рисунок 3 – Облицовка стен навесным фасадом из композитных панелей (каркасное здание школы на 1755 чел. По ул. Гаранькина г. Оренбург)

Список литературы

1. Петров Д. С., Василевская Э. С. Оценка фактической теплозащиты зданий методом тепловизионного контроля/ Петров Д. С., Василевская Э. С.// В мире неразрушающего контроля. № 4 (30) .- С Петербург, 2005 с. 29-31
2. Адигамова З.С. Инновационные подходы к проектированию зданий / Адигамова З.С., Лихненко Е.В. // Сборник материалов Международной научной конференции (12-13 ноября 2014г., Москва)/М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т.-Электрон. дан, и прогр. -Москва: Издательство МИСИ- МГСУ, 2015 с.128-131.- Научное электронное издание комбинированного распространения: CD-R
3. Лихненко Е.В. Инновационный подход к проектированию крыш при разработке энергоэффективных жилых зданий /Адигамова З.С., Лихненко Е.В.// Сборник материалов Международной научной конференции (12-13 ноября 2014г., Москва)/М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. Строит. ун-т.-Электрон. дан, и прогр. - Москва: Издательство МИСИ- МГСУ, 2015 с.128-131.- Научное электронное издание комбинированного распространения: CD-R
4. Адигамова, З. С. Минимизация энергозатрат при проектировании современных гражданских зданий [Электронный ресурс] / З. С. Адигамова, Е. В. Лихненко // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 31 янв. - 2 февр. 2018 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет.

образоват. учреждение высш. образования "Оренбургский гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург: ОГУ, 2018. - С. 10-14. - 5 с.

5. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 от 30 июня 2012 г. N 265 и введен в действие с 1 июля 2013 г. - М.: Минрегион России - 2012. - 139 с.

6. Лихненко, Е. В. Анализ современных фасадных систем жилых зданий на примере города Оренбург [Электронный ресурс] / Лихненко Е. В., Адигамова З. С., Чученко Т. Н. // Молодой ученый, 2017. - № 21-1 (155). - С. 147-152. - 6 с. Проанализированы фасадные системы современных строящихся жилых комплексов.

7. Лихненко, Е. В. Оценка тепловых потерь зданий при проектировании и эксплуатации зданий [Электронный ресурс] / Лихненко Е. В., Адигамова З. С. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 1-3 февр. 2017 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2017. - С. 836-839. - 4 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ- ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ НЕОБХОДИМОСТЬ И ВТОРАЯ ЖИЗНЬ ЗДАНИЯ

**Адигамова З.С., канд. геогр. наук, доцент, Лихненко Е.В., канд. техн. наук,
доцент,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»**

Аннотация: В данной статье рассматривается актуальная тема выполнения реконструкции технологически важных объектов производственного комплекса, при невозможности остановки производства и проведения нового строительства. Здание компрессорной расположено на территории энергоцеха ПАО «Гайский ГОК» и предназначено для обеспечения сжатым воздухом подземного рудника и цехов комбината. Физический износ строительных конструкций компрессорной ограничил работоспособность как самого здания так и всего комбината в целом.

Ключевые слова: реконструкция, производственное здание, физический износ, ограниченная работоспособность.

Промышленная и строительная отрасль постоянно развиваются и совершенствуются не только в направлении нового строительства, но и реконструкции зданий и сооружений, где нередко возникает необходимость замены конструкций и их элементов, выполненных каменными, железобетонными, деревянными или металлическими [1].

Причинами замены строительных конструкций является несоответствие их технического состояния требованиям строительных норм, правил и федеральных законов из-за нарушений, допущенных при строительстве и эксплуатации зданий и сооружений.

В процессе возведение могут быть допущены отклонения геометрических размеров возведённых конструкций от проектных, несоответствие прочностных характеристик и статической работы конструкций и др.

Для примера проведения работ по замене конструкций покрытия выбран объект, расположенный в г. Гае Оренбургской области – здание компрессорной №1 ПАО «Гайский ГОК». Оно расположено на территории энергоцеха ПАО «Гайский ГОК» и предназначено для обеспечения сжатым воздухом подземного рудника и цехов комбината. Здание 1963 г. введения в эксплуатацию.

Здание компрессорной №1 одноэтажное с подвальным помещением, прямоугольной формы в плане, с размерами в осях «1-7» пролета «А-Г» 36,0×14,4 м и пристроем в осях 1-7 пролета Б'-А размером 36,0×12,0 м. Максимальная высота здания составляет 9,73 м.

Конструктивная система здания смешанная, бескаркасная и каркасная. Пространственная жесткость обеспечивается жестким закреплением колонн с фундаментами, стропильными фермами, подкрановыми балками, дисками покрытия.

Стеновое ограждение – каменная кладка из керамического кирпича на цементно-песчаном растворе с пилястрами для опирания балок и устройством деформационных швов.

В результате проведения экспертизы промышленной безопасности здания было установлено, что в результате атмосферных и механических воздействий и несвоевременного выполнения планово-предупредительных ремонтов физический износ строительных конструкций покрытий не позволяет дальнейшую безопасную эксплуатацию объекта энергетической инфраструктуры. По результатам обследования была составлена ведомость дефектов и повреждений конструктивных элементов с обязательной фотофиксацией.

В качестве основных дефектов- сквозные отверстия в полках плит покрытия. Замачивание плит покрытия через дефект кровли. Выкрашивание цементно-песчаного раствора в стыках плит покрытия. Разрушение защитного слоя бетона полков, продольных ребер и ребер жесткости плит покрытия с оголением и коррозией арматурных стержней [2,3].



Рисунок 1- Фотофиксация состояния неработоспособных плит покрытия

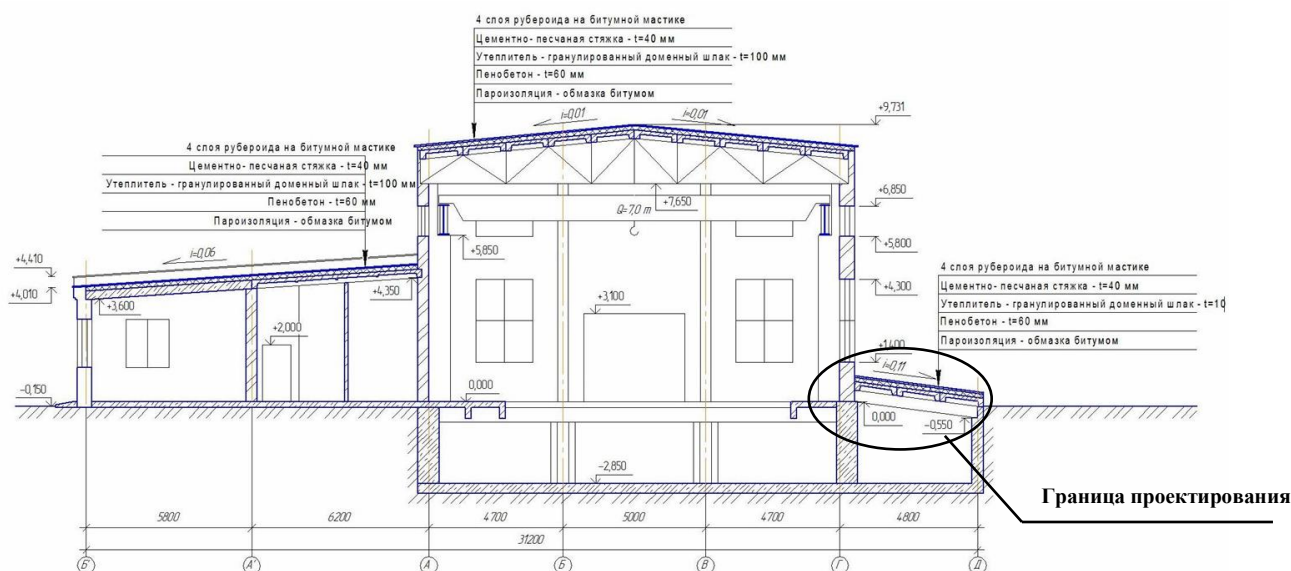


Рисунок 2- Проектное решение реконструируемого объекта(разрез)

Для реконструкции покрытия здания компрессорной станции учитываются: СП 17.13330. 2017 «Кровли», СП 31-101-97 «Проектирование и строительство кровель», ГОСТ 24045 (регламентирует требования к профилированному листу, используемому для устройства крыш), ГОСТ 12.4.001-80, ГОСТ 12.1.004-91, ГОСТ 12.4.010-75, ГОСТ 12.4.011-89, ГОСТ 12.4.087-84 (Системы стандартов безопасности труда (ССБТ)).



Рисунок 3- Фотофиксация демонтажа неработоспособного покрытия

Проектом предусмотрено монолитное перекрытие по профилированному листу, который является несъемной опалубкой. Технология замены сборного покрытия на монолитное, с применением несъёмной опалубки, позволяющая одновременно возводить и утеплять конструкцию. В основе лежит принцип устройства монолитных железобетонных конструкций, арматурный каркас заливается бетоном, но опалубка после схватывания бетона не демонтируется. Несущие конструкции под профлист – швеллеры №24. Они упираются на существующие железобетонные балки, которые закрепляются металлическим уголком для обеспечения устойчивости [4,5,6].

Монолитное перекрытие толщиной 80 мм армируется арматурной сеткой ячейками 150x150 мм, диаметром 12 мм.

В качестве теплоизоляции используется Технобарьер Биполь ЭПП.

Укладывается теплоизоляция в 2 слоя по 50 мм. на мастику «Технониколь». Выполняется защита утеплителя от деформации армированной стяжкой

Вертикальные поверхности конструкций стен оштукатуриваются цементно-песчаным раствором М150. В местах примыкания к стенам, вентиляционным шахтам и другим кровельным конструкциям выполняются наклонные бортики (галтели) высотой 70–100 мм под углом 45° к основанию или плавный переход – выкружка, с радиусом закругления 70–100 мм. Бортики выполняются из цементно-песчаного раствора, жестких минераловатных плит ваты с прочностью на сжатие при 10% деформации не менее 60 кПа.

В месте примыкания кровли к карнизному свесу, наплавленный материал дополнительно фиксируется полосой из оцинкованной стали. После установки наплавляется слой усиления из кровельного материала, а затем верхний слой кровельного ковра.

Разработаны технологические узлы примыкания кровельного ковра к вертикальным поверхностям согласно строительных норм.

При устройстве примыканий соблюдаются следующие правила:

- кровельный материал наплавляют на оштукатуренную поверхность, заведя его на требуемую высоту;
- в штрабу, прорезанную выше оштукатуренной поверхности, устанавливают отлив из оцинкованной стали, который должен заходить в штрабу не менее чем на 50 мм;
- саморезы для крепления отлива устанавливают с шагом 200-250 мм;
- герметизацию примыкания проводят только по краю отлива.

Герметизация мест примыканий кровельного ковра к трубам выполняется согласно проектируемых узлов.

Кровельные материалы наплавляются после полного высыхания огрунтованной поверхности.

Все последующие работы выполняются после составления и подписания акта на скрытые работы.

Замена вышедших из строя сборных конструкций на монолитные железобетонные по несъемной опалубке позволит произвести восстановительно-ремонтные работы в кратчайшие сроки без остановки основного технологического процесса комбината. Восстановление кровельного ковра позволит качественно эксплуатировать здание длительный срок.

Список литературы

1 Инновационные строительные материалы и технологии: их влияние на развитие градостроительства и городской среды. Мировой опыт, российский взгляд: НИУ Высшая школа экономики институт менеджмента инноваций. М.: 2013.

Режим доступа: <http://sibfrontier.ru/wp-content/uploads/2014/06/Doklad-Innovatsionnyie-stroitelnyie-materialyi-i-tehnologii-ih-vliyanie-na-razvitie-gradostroitelstva-i-gorodskoy-sredyi.-Mirovoy-opyit-rossiyskiy-vzglyad.pdf>

2. Адигамова З.С. Инновационные подходы к проектированию зданий / Адигамова З.С., Лихненко Е.В. // Сборник материалов Международной научной конференции (12-13 ноября 2014г., Москва)/М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. строит. ун-т.-Электрон. дан, и прогр. -Москва: Издательство МИСИ- МГСУ, 2015 с.128-131.- Научное электронное издание комбинированного распространения: CD-R

3. Лихненко Е.В. Инновационный подход к проектированию крыш при разработке энергоэффективных жилых зданий /Адигамова З.С., Лихненко Е.В.// Сборник материалов Международной научной конференции (12-13 ноября 2014г., Москва)/М-во образования и науки Рос. Федерации, Моск. гос. Строит. ун-т.-Электрон. дан, и прогр. - Москва: Издательство МИСИ- МГСУ,2015 с.128-131.- Научное электронное издание комбинированного распространения: CD-R

4. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 от 30 июня 2012 г. N 265 и введен в действие с 1 июля 2013 г. - М.: Минрегион России - 2012 .-139 с.

5. Лихненко, Е. В. Оценка тепловых потерь зданий при проектировании и эксплуатации зданий [Электронный ресурс] / Лихненко Е. В., Адигамова З. С. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф., 1-3 февр. 2017 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват.

учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. -
Оренбург : ОГУ, 2017. - . - С. 836-839. . - 4 с.

СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ГИПСА МОДИФИЦИРОВАННОГО НАНОАЛМАЗАМИ

**Магомедова А.И., Матвеева Л.Ю., д-р техн. наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург**

Аннотация: Исследовано влияние наноалмазов, полученных методом гидродинамической кавитации, на гипсовые материалы на основе вяжущих Г-6 и Г-16. Установлено, что углеродный наномодификатор в форме жидкофазной системы наноалмазов влияет на сроки схватывания и нормальную густоту гипсового теста, изменяет форму кристаллов гипса и кристаллических сростков. Показано улучшение физико-механических свойств наномодифицированных гипсовых материалов по сравнению с исходными вяжущими.

Ключевые слова: гипс, гипсовые вяжущие, наноалмазы, наномодификация, кристаллическая структура, характеристики.

Гипс – широко распространённый экологичный строительный материал, представляет собой минерал осадочного происхождения, малорастворимый в воде двуводный сульфат кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. В процессе изготовления вяжущего при умеренных температурах природный гипс превращается в полуводный сульфат кальция $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$, обладающий более высокой растворимостью. Это свойство гипса определяет его свойства, как вяжущего строительного материала. Кристаллизация гипса при затворении вяжущего водой происходит по классическому механизму, описанному в литературе [1–3] с выпадением из пересыщенного раствора зародышей кристаллов с их последующим ростом и переплетениями образующихся кристаллических сростков.

Целью работы было исследование влияния наноалмазов на кристаллическую структуру и свойства гипса. В работе использована суспензия наноалмазов производства ООО НПК «Наносистемы», г. Ростов-на-Дону. Наномодификатор представляет собой продукт на основе бидистиллированной воды и длительно не оседающих углеродных наночастиц. Наноалмазы имеют сферическую или эллиптическую форму. При этом установлено, что кристаллическая решетка углеродных наночастиц алмазоподобная. Наномодификатор отличается от других известных форм наноуглеродов тем, что наноалмазы получены инновационным методом гидродинамической кавитации. Данный наномодификатор отличается высокой степенью однородности, высокий показатель химической чистоты (99,99%) и седиментационная устойчивость в воде.

Материалы и методы исследования

В качестве исходных гипсовых вяжущих были использованы промышленные продукты марок Г-6 и Г-16 Пешеланского и Самарского гипсовых предприятий, соответственно.

Предварительно структуру частиц наноалмазов, их размеры и размеры

конгломератных образований в воде исследовали методом электронной микроскопии. Полученные нами данные о наноалмазах полностью совпали с результатами исследований, предоставленными производителем наномодификатора – ООО НПК «Наносистемы».

Микроструктуру образцов гипса, исходного и модифицированного наноалмазами, исследовали с помощью сканирующего растрового электронного микроскопа *TESCAN VEGA 3SEM* (Чехия). Образцы гипса для испытаний готовили в виде стандартных образцов балочек размерами 40×40×160 мм согласно ГОСТ 23789-2018 «Вяжущие гипсовые. Методы испытаний». Водогипсовое отношение (В/Г) для вяжущего Г-6 составляло 0,5, для Г-16 – 0,38. Добавку коллоидной суспензии наноалмазов вводили в воду затворения в количестве, рекомендованном производителем, тщательно перемешивали.

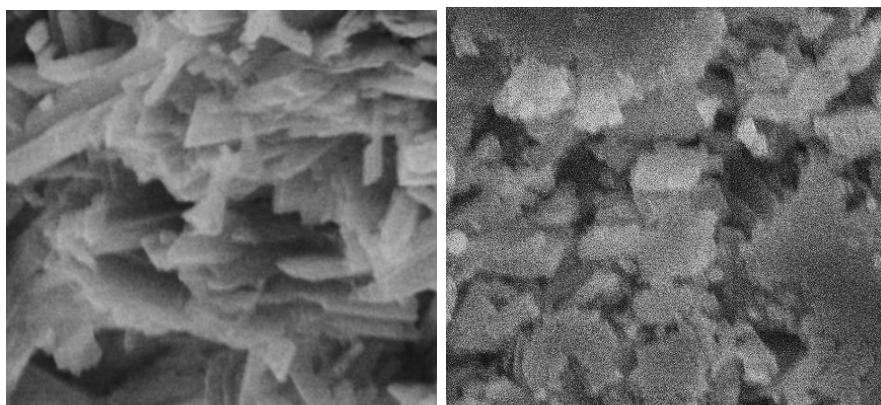
Результаты и их обсуждение

Испытания образцов проводили на 14 сутки. Данные физико-механических испытаний представлены в таблице 1 и на рис. 1.

Таблица 1 - Физико-механические характеристики гипсового камня, модифицированного наноалмазами

№ п/п	Вяжущее	Добавка, % масс.	Сроки схватывания, мин		Предел прочности, МПа (выдержка 14 сут.)	
			начало	конец	при сжатии	при изгибе
1	Г-6	0	6	10	20,8	8,4
2	Г-6	0,012	4	7	23,7	9,0
3	Г-16	0	6,5	11	37,7	10,5
4	Г-16	0,012	5,5	10	40,0	12,1

Из представленных в таблице данных следует, что использование модифицирующей добавки наноалмазов позволяет существенно повысить физико-механические характеристики гипсового камня по сравнению с исходными вяжущими, что не противоречит известным данным о влиянии наномодификаторов на свойства гипса [4, 6].



а

б

Рис. 1 – Микрофотографии кристаллов гипса, полученного на основе вяжущего Г-16 исходного (а) и полученного с добавкой наноалмазов (б).

Увеличение: $\times 10000$ крат.

При исследовании морфологии гипсового камня и кристаллической структуры гипсовых новообразований было обнаружено, что морфология гипсового камня заметно изменилась, а также изменилась и форма отдельных кристаллов. Заметны короткие пластинчатые сростки кристаллов с вкраплениями между ними зерен сферической формы. Спайность отдельных кристаллов также заметно больше. Объяснить полученные результаты можно следующим образом.

Введение наноалмазов в гипсовое тесто приводит к образованию новых центров кристаллизации гипса из раствора по гетероэпитаксиальному механизму, наряду с гомоэпитаксиальной кристаллизацией, в результате которой частицы новообразований гипса повторяют исходную форму кристаллов. В результате на частицах наноалмазов формируются мелкие кристаллы сферической октаэдрической формы. На электронной микрофотографии отчетливо заметны кристаллы гипса привычной исходной формы и новой сферической октаэдрической, ранее не установленной для гипса. Структурные изменения приводят к повышению прочности материала благодаря наличию дополнительных центров кристаллизации и увеличению сопряженности между кристаллами.

В последующем экспериментально было установлено, что повышение концентрации наномодификатора выше 0,012% масс. не приводит к увеличению прочностных характеристик гипса. Перспективным направлением исследований является оптимизация концентрации нанодобавки и разработка метода более эффективного введения и распределения частиц наноалмазов в растворе затворения для достижения максимального упрочняющего эффекта.

Список литературы

1. Волженский А. В. Минеральные вяжущие вещества. М.: Стройиздат, 1986. 464 с.

2. Клименко В. Г., Павленко В. И., Гасанов С. К. Влияние pH жидкости затворения на прочностные свойства гипсовых вяжущих // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2014. № 5. С. 16-20.
3. Устинова Ю. В., Сивков С. П., Алексагин В. М. Изучение кристаллизации двухводного гипса в присутствии полимерных добавок // Вестник МГСУ. 2012. № 7. С. 130-135.
4. Изряднова О. В., Гордина А. Ф., Яковлев Г. И., Фишер Х.-Б. Регулирование морфологии кристаллогидратов в структуре гипсовой матрицы ультра- и нанодисперсными добавками // Известия КГАСУ. 2014. № 3. С. 108-112
5. Чумак А. Г., Деревянко В. Н., Петрунин С. Ю., Попов М. Ю., Ваганов В. Е. Структура и свойства композиционного материала на основе гипсового вяжущего и углеродных нанотрубок // Нанотехнологии в строительстве. 2013. Т. 5, № 2. С. 27-37.
6. Токарев Ю. В., Гинчицкий Е. О., Яковлев Г. И., Бурьянов А. Ф. Эффективность модификации гипсового вяжущего углеродными нанотрубками и добавками различной дисперсности // Строительные материалы. 2015. № 6. С. 84-87.

ГЕОПОЛИМЕРНЫЙ БЕТОН ДЛЯ ЖЕСТКИХ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Макаева А.А., канд. техн. наук, доцент, Кравцов А.И., канд. техн. наук, доцент,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Аннотация: в настоящее время в области дорожного строительства назрела потребность в строительных материалах с высокими эксплуатационными характеристиками. Для дорожного строительства часто используются бетоны на минеральных вяжущих прочные и долговечные в условиях эксплуатации. Разработка эффективных геополимерных бетонов на основе промышленных отходов является важной задачей, требующей комплексного подхода.

Ключевые слова: жесткие дорожные одежды, геополимерный бетон, зола-унос, доменный шлак, щелочная активация.

Для повышения прочности бетона можно использовать различные методы, такие как активация процесса гидратации вяжущего, добавление металлической и полимерной фибры в смесь, улучшение однородности структуры бетона для повышения плотности матрицы, применение различных минеральных и химических добавок и другие.

Одним из важных факторов, влияющих на стойкость бетона в агрессивных условиях, является изменение структуры и свойств материала. Для достижения желаемых результатов необходимо учитывать условия затвердевания и эксплуатации материала, а также формирование требуемой структуры цементного камня и свойств бетона.

В условиях глобального ужесточения экологических норм и роста требований к долговечности инфраструктуры традиционный цементный бетон не всегда отвечает современным вызовам. Геополимерный бетон, производимый на основе промышленных отходов (золы уноса, шлаков) и щелочных активаторов, предлагает принципиально иное решение: он снижает углеродный след на 80 % по сравнению с портландцементом, демонстрирует повышенную стойкость к агрессивным средам и нагрузкам, а также позволяет утилизировать отходы энергетики и металлургии. Внедрение этой технологии в дорожное строительство особенно актуально для регионов с высокой транспортной нагрузкой и суровыми климатическими условиями, где требуется материал, сочетающий прочность, морозостойкость и экономическую эффективность. Переход на геополимерные составы соответствует целям устойчивого развития и способствует формированию «зеленой» строительной индустрии.

Страны, занимающие лидирующие позиции в области дорожного строительства из жестких одежд, имеют разные подходы в совершенствовании технологий в этой сфере. Их опыт может быть применен при совершенствовании дорожной сети Российской Федерации.

Ведущими странами в области строительства дорог с жестким покрытием являются США, Германия, Китай, Япония. Их опыт насчитывает более столетия, и за это время их инженеры и ученые внесли значительный вклад в развитие

технологий и материалов.

Традиционный дорожный цементобетон, несмотря на свою прочность и долговечность, имеет значительный экологический след. Производство цемента – основного компонента бетона, связано с выбросами углекислого газа (CO_2), потреблением энергии и использованием природных ресурсов. Выбросы двуокиси углерода от цементной промышленности по последним данным составляют до 8 % мировых выбросов данного газа, что стоит наряду с выбросами от тепловых электростанций и представляет собой реальную угрозу для экологии. Всемирный деловой совет по устойчивому развитию прогнозирует увеличение производства цемента на 12 – 23 % к 2050 году. Потребность в цементе, вместе с огромным количеством выбрасываемых загрязняющих веществ и энергии, необходимой для его производства, делают его жизненно важным элементом в поисках по сокращению выбросов [1].

Производство цемента связано со значительным расходом топлива и сырья и по энергопотреблению занимает третье место после топливно-энергетической и металлургической отраслей при относительно низком КПД тепловых агрегатов. Так, при производстве цемента по мокрому способу непроизводительные затраты топлива составляют около 75 %, и на каждую обжигаемую тонну клинкера расходуется более 5 тонн таких жизненно необходимых природных материалов как сырье, топливо, вода и воздух. При этом из вращающейся печи производительностью 72 т/ч в атмосферу через дымовую трубу ежечасно выбрасывается около 300 тонн отработанных газов. Следовательно, снижение удельного расхода топлива и природных сырьевых материалов является важной народно-хозяйственной задачей, которая в значительной степени может быть решена путем оптимизации и интенсификации технологических процессов и использования техногенных материалов [2].

Альтернативным вариантом вяжущего вещества могут быть геополимеры. Геополимерное вяжущее получается путем активации алюмосиликатных материалов (например, золы-уноса, доменного шлака) щелочными растворами. Геополимеры обладают высокой прочностью, долговечностью, огнестойкостью и значительно меньшим углеродным следом по сравнению с цементом.

Термин «геополимер» ввел в 1978 году Жозеф Давидовиц, который предложил использовать щелочную жидкость для взаимодействия с кремнием (Si) и алюминием (Al) в исходном материале геологического происхождения или в побочных продуктах, таких как зола-унос и зола рисовой шелухи, с получением связующих веществ. Химическая реакция, которая имеет место в данном случае, является процессом полимеризации.

Геополимеры относятся к семейству неорганических полимеров. Химический состав геополимерного материала аналогичен природным цеолитным материалам, но микроструктура аморфная, а не кристаллическая.

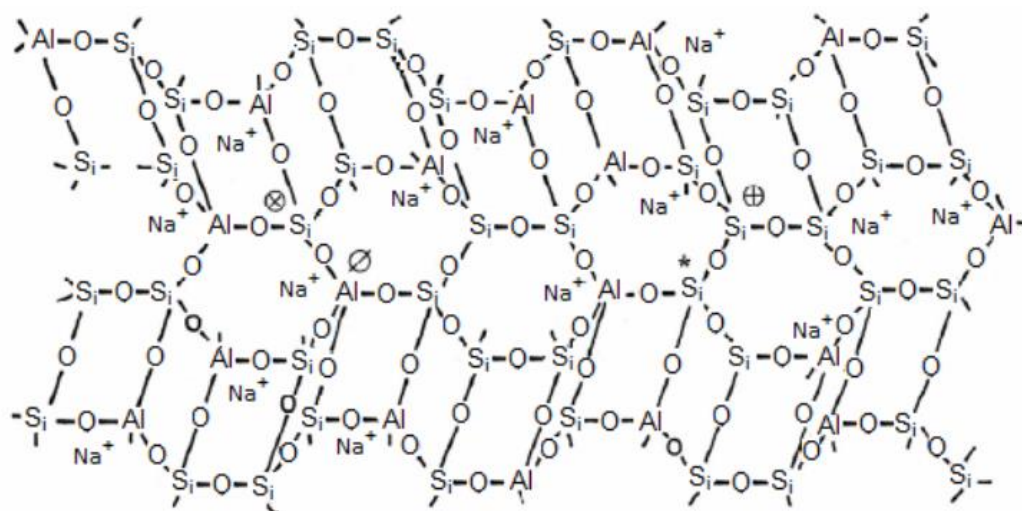


Рисунок 1 - Структура геополимеров, по данным Давидовица

Геополимер может принимать одну из трех основных форм:

- поли (сиалат), который имеет $[-\text{Si}-\text{O}-\text{Al}-\text{O}-]$ в качестве повторяющейся единицы. Сиалат - это сокращение от оксоалюмината кремния;
- поли (сиалат-силокс), который имеет $[-\text{Si}-\text{O}-\text{Al}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-]$ в качестве повторяющейся единицы;
- поли (сиалат-дисилокс), который имеет $[-\text{Si}-\text{O}-\text{Al}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-]$ в качестве повторяющейся единицы;

Во время химической реакции выделяется вода, которая образуется при формировании геополимеров. Эта вода, удаляемая из геополимерной матрицы в течение периодов отверждения и дальнейшего высыхания, оставляет после себя прерывистые нанопоры в матрице, которые улучшают эксплуатационные характеристики геополимеров. Вода в геополимерной смеси не участвует в протекающей химической реакции, она просто обеспечивает подвижность смеси во время обработки.

Любой материал, содержащий в основном кремний (Si) и алюминий (Al) в аморфной форме, является возможным исходным материалом для изготовления геополимера. Некоторые полезные ископаемые и промышленные побочные продукты были исследованы в прошлом. Метакаолин или кальцинированный каолин (Давидовиц 1999; Барбоза и др. 2000; Тейшейра-Пинто и др. 2002), зола-унос с низким содержанием кальция (Паломо и др. 1999; Свейнпол и Стридом 2002), природные минералы Al-Si (Сюй и ван Девентер 2000), комбинация кальцинированных минеральных и некальцинированных материалов (Сюй и ван Девентер 2002), комбинация золы-уноса и метакаолина (Свейнпол и Стридом 2002; ван Девентер 2002). Яарсвелд и др., 2002). Разработчики геополимерных продуктов отдают предпочтение метакаолину из-за его высокой скорости растворения в реагентах, более легкого контроля соотношения Si/ Al и белого цвета (Гурли, 2003). Однако для изготовления бетона в массовом производстве метакаолин является дорогостоящим. Зола-унос с низким содержанием кальция предпочтительнее в качестве исходного материала, чем зола-унос с высоким содержанием кальция [3].

Что касается природы исходного материала, было обнаружено, что обожженные исходные материалы, такие как зола-унос, шлак, каолин, продемонстрировали более высокую конечную прочность при сжатии по сравнению с материалами, изготовленными с использованием необожженных материалов, например, каолиновой глины, хвостов горных выработок и природных материалов.

Исторический обзор показал, что геополимерные материалы известны с античных времен (римский бетон на вулканическом пепле), но их научное изучение началось лишь в 1970-х годах. Сегодня технология переживает второе рождение за счет развития «зеленого» строительства и уже применяется в дорожных покрытиях (Австралия, Индия, Нидерланды).

Несмотря на сложности внедрения (высокая стоимость щелочных активаторов, недостаток нормативной базы, необходимость адаптации технологий под местные сырьевые ресурсы) у геополимерного бетона есть перспективы:

- использование местных отходов (золы, шлаков) для снижения себестоимости;
- разработка дешевых активаторов (например, на основе отходов стекла);
- включение геополимеров в дорожные стандарты.

Геополимерный бетон соответствует глобальным трендам устойчивого развития и может стать альтернативой традиционным жестким дорожным одеждам в условиях ужесточения экологических требований. Для успешного внедрения необходимы:

- пилотные проекты с участием государства;
- дальнейшие исследования долговечности в разных климатических зонах;
- снижение стоимости за счет оптимизации составов.

За счет экологичности и хороших эксплуатационных показателей геополимерный бетон может быть перспективным материалом для дорожного строительства.

Список литературы

1 Панова, А. В. Технологии производства цемента и негативное воздействие на окружающую среду / А. В. Панова. — Текст: непосредственный // Молодой ученый. — 2022. — № 1 (396). — С. 21-23. — URL: <https://moluch.ru/archive/396/87638/> (дата обращения: 08.03.2025).

2 Классен В.К. Энерго-ресурсосбережение в производстве цемента // Современные наукоемкие технологии. — 2004. — № 1. — С. 58-59; URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=21554> (дата обращения: 08.03.2025).

Hardjito, D. Development and Properties of Low-calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete / D. Hardjito, B. V. Rangan // ResearchGate [Электронный ресурс].—2008.—URL:

https://www.researchgate.net/publication/228794879_Development_and_Properties_of_Low-calcium_Fly_Ash_Based_Geopolymer_Concrete

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ФЕДЕРАЛЬНЫХ ОКРУГАХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Мохнаткина Л.Б., канд. экон. наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: в статье выделены три уровня детализации показателей строительства: уровень федеральных округов, субъектов РФ и муниципальных образований; проанализировано развитие строительного производства в федеральных округах по объему строительных работ в абсолютном и в относительном измерении (в расчете на душу населения); выявлена неравномерность развития строительного производства в федеральных округах.

Ключевые слова: строительство, экономика строительства, региональная дифференциация, регион, федеральный округ

Строительство является важнейшим стратегическим направлением социально-экономического развития субъектов Российской Федерации. По итогам 2024 года объем производства работ в строительстве составил 16,8 трлн рублей, что на 2,1% превышает аналогичный показатель предыдущего года [1]; с 2019 года данный показатель вырос на 30,7%. В структуре ВРП в 2023 году [2] на долю строительства приходится 5,7%; в сравнении с другими видами экономической деятельности строительство занимает шестое место после таких видов деятельности, как обработка (15,9%), торговля (14,2%), добыча (14%), недвижимость и имущество (10,7%), транспортировка и хранение (7,4%).

В Российской Федерации строительство как вид экономической деятельности и объект статистического наблюдения в соответствии с Общероссийским классификатором видов экономической деятельности [3] определяется по Разделу F, который включает три группировки: Строительство зданий (код 41), Строительство инженерных сооружений (код 42), Работы строительные специализированные (код 43). Для мониторинга показателей строительства в регионах применяются единые стандарты статистического наблюдения, что позволяет обеспечить сопоставимость этих данных в региональном разрезе.

Анализируя показатели развития отрасли в регионах, можно выделить три уровня детализации: уровень федеральных округов, уровень субъектов Российской Федерации и муниципальный уровень. Статистика отрасли публикуется по федеральным округам и по субъектам Российской Федерации по двум основным показателям [4]:

- показатель «Объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» (млн. рублей) – это строительные работы, выполненные организациями собственными силами на основании договоров и (или) контрактов, заключаемых с заказчиками, а также работы, выполненные хозяйственным способом организациями и населением. В стоимость этих работ включаются работы по строительству новых объектов, капитальному и текущему ремонту, реконструкции жилых и нежилых зданий и инженерных сооружений;

- показатель «Индекс физического объема работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», рассчитанный в сопоставимых ценах в процентах к предыдущему году.

Для корректности сравнения данных по федеральным округам абсолютные показатели (млн. рублей) приведены к сопоставимому виду путем расчета относительного показателя на душу населения (руб./чел.). Динамика этих показателей за период 2021-2023 годы (опубликованные официальные данные на момент написания статьи) представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Объем работ, выполненных по виду деятельности «Строительство», в федеральных округах Российской Федерации

Федеральные округа	2021	2022	2023
1	2	3	4
в фактически действовавших ценах, млн. руб.			
Центральный ФО	2 914 419	3 545 934	4 004 988
Северо-Западный ФО	1 250 156	1 323 869	1 439 327
Южный ФО	850 914	1 004 332	1 119 197
Северо-Кавказский ФО	476 554	541 546	610 207
Приволжский ФО	1 805 034	2 226 116	2 748 261
Уральский ФО	1 718 595	1 860 904	1 986 038
Сибирский ФО	1 137 099	1 505 319	1 542 116
Дальневосточный ФО	895 177	1 141 350	1 442 212
на душу населения, руб./чел.			
Центральный ФО	72322	88119	99630
Северо-Западный ФО	89876	95467	103995
Южный ФО	50897	60349	67324
Северо-Кавказский ФО	46840	53063	59526
Приволжский ФО	62524	77610	96292
Уральский ФО	139890	151798	161963
Сибирский ФО	67852	90432	93083
Дальневосточный ФО	112366	144403	183341

По данным таблицы 1 можно сделать следующие основные выводы:

- наибольший по стоимости объем строительной продукции производится в Центральном ФО – от 2,9 до 4 трлн. рублей, что составляет около 27% от общей стоимости выполненных работ по всем федеральным округам; на втором месте – Приволжский ФО, где выполнено строительных работ на сумму от 1,8 до 2,2 трлн. рублей (16-18% от общего объема); на долю Уральского ФО приходится около 13-15%, Северо-Западного и Сибирского ФО – 10-11%, Южного и Дальневосточного ФО – 7-8%; наименьший объем строительных работ выполнен в Северо-Кавказском ФО – около 4%;

- по показателю на душу населения лидирует Уральский ФО – от 140 до 162 тыс. руб./чел. в год; на втором месте Дальневосточный ФО – от 112 до 183 тыс. руб./чел. в год; на третьем месте Северо-Западный ФО – от 90 до 102 тыс. руб./чел. в год; прочие федеральные округа значительно уступают по этому показателю;

- в динамике за период 2021-2023 годы значительный прирост объема выполненных строительных работ отмечается в Дальневосточном ФО (63%) и в Приволжском ФО (54%); в Центральном и в Сибирском ФО объем строительства увеличился на 37%, в Южном ФО – на 32%, в Северо-Кавказском ФО – на 27%, в Северо-Западном и Уральском ФО – на 16%.

Таким образом в среднем за три года строительная отрасль демонстрирует положительные показатели роста. В то же время в ежегодном сравнении в отдельных федеральных округах отмечается спад строительного производства (рисунок 2). Так, значительный спад отмечается в 2023 году по отношению к 2022 году в Сибирском ФО – на 6,8%. В 2022 году по отношению к 2021 году сократилось строительство в Северо-Западном ФО (на 3,6%) и в Уральском ФО (на 2,4%). Незначительный спад производства (на 0,6%) отмечался в 2021 году по отношению к 2020 году в Дальневосточном ФО.

В числе факторов, которые сдерживали развитие строительного производства в 2020 году, в частности, отмечается влияние на отрасль и экономику ограничений из-за пандемии коронавируса. Замедление активности в строительной отрасли в 2023-2024 года обусловлено временной неопределенностью из-за завершения цикла реализации национальных проектов, сокращением финансирования отрасли со стороны региональных бюджетов, ограничением частного инвестирования строительства из-за более жесткой денежно-кредитной политики [5].

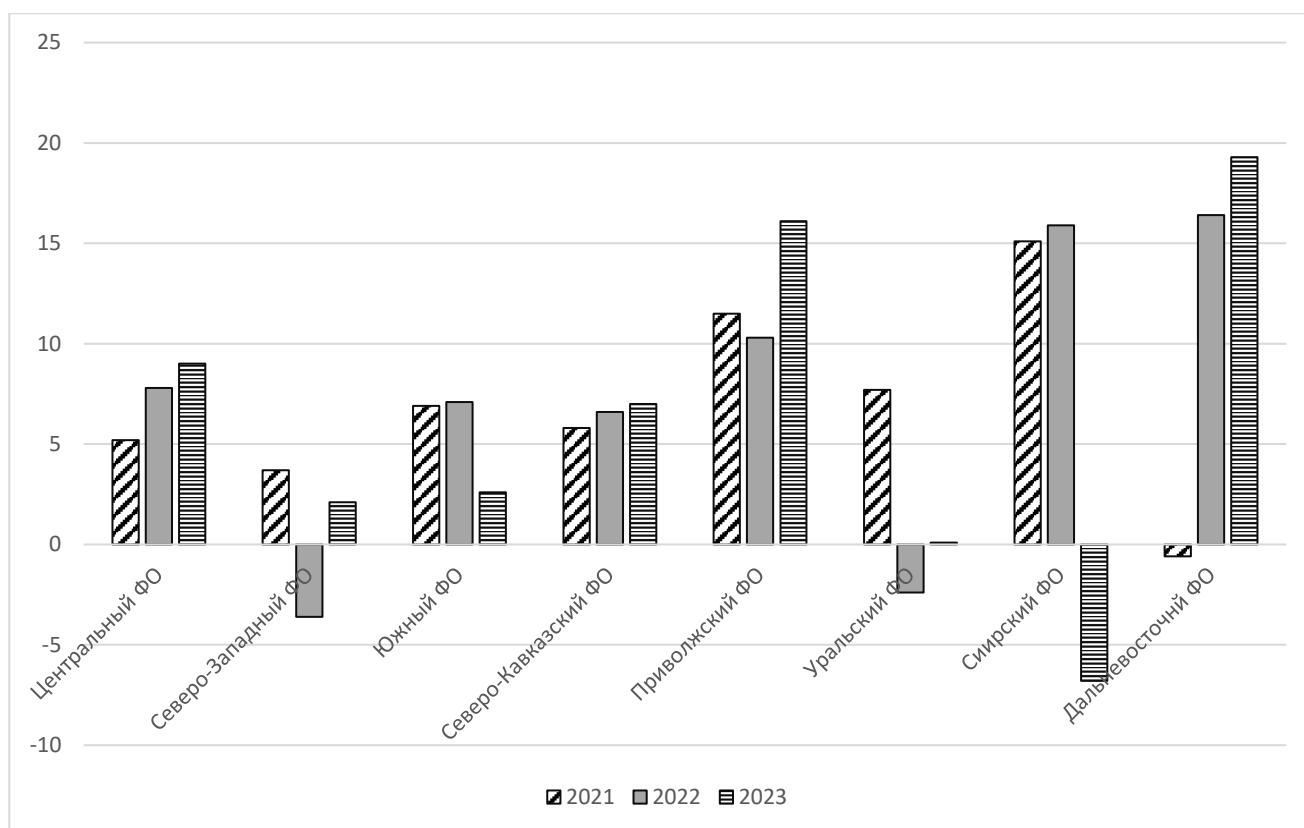


Рисунок 1 – Изменение индекса физического объема работ, выполненных по виду деятельности «Строительство» (в сопоставимых ценах), в процентах к предыдущему году

Таким образом, проведенный анализ показал неравномерность развития строительного производства в федеральных округах, что обусловлено как объективными социально-экономическими условиями развития территорий, так и целенаправленным государственным регулированием отрасли как стратегического направления региональной политики. При выработке решений в области строительства следует учитывать, что развитие отрасли влияет на развитие и связано с развитием других видов экономической деятельности.

Список литературы

- 1 Комментарий Министра строительства и ЖКХ РФ Ирека Файзуллина к данным Росстата по строительству за 2024 год. 28.03.2025. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.minstroyrf.gov.ru/press/kommentariy-ministra-stroitelstva-i-zhkkh-rf-ireka-fayzullina-k-dannym-rosstata-po-stroitelstvu-za-2/> Дата обращения 07.09.25 г.
- 2 Структура ВРП за 2023 г. [электронный ресурс]. – Режим доступа: https://cbr.ru/vfs/regions/profile/fulldata_wrp.xlsx Дата обращения 07.09.25 г.
- 3 ОК 029-2014 (КДЕС Ред. 2). Общероссийский классификатор видов экономической деятельности: Приказ Росстандарта от 31.01.2014 № 14-ст (ред.

от 25.06.2025). [электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_163320/ Дата обращения 07.09.25 г.

4 Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2024: Стат. сб. / Росстат. – М., 2024. – 852 с. [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13204> Дата обращения 07.09.25 г.

5 Строительство в российских регионах: итоги 2024 года // Sherpa Group [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sherpagroup.ru/analytics/pdf/gv6bq48.pdf> Дата обращения 08.09.25 г.

ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

**Мохнаткина Л.Б., канд. экон. наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: проанализированы показатели строительства в Оренбургской области: объемы выполненных строительных работ, доля в ВРП, налоговые платежи, инвестиции в основной капитал; прибыльность/убыточность, рентабельность, производственные показатели деятельности строительных компаний. Оценены масштабы строительного производства в Оренбургской области в сравнении с другими субъектами ПФО. Выявлено снижение эффективности строительства при незначительном расширении строительного производства.

Ключевые слова: строительство, субъект РФ, налоги, инвестиции, финансовый результат, рентабельность, производственные показатели

Строительство является важнейшим стратегическим направлением развития экономики Оренбургской области. Состояние отрасли влияет на такие важные параметры социально-экономического развития региона, как занятость, уровень и качество жизни населения, функциональность, экологичность и безопасность промышленных и социальных объектов, состояние инфраструктуры городов и районов, внешнеэкономическую деятельность, бюджет, финансовые и инвестиционные ресурсы региона и др.

В мониторинге показателей строительства в зависимости от объекта исследования условно можно выделить два уровня:

- макро- или мезоуровень – мониторинг показателей отрасли в целом как составляющей экономики региона;
- микроуровень – мониторинг показателей деятельности строительных организаций как участников рынка строительства.

Основным субъектом, осуществляющим сбор, систематизацию и официальное опубликование статистических данных по виду деятельности «Строительство», является Федеральная служба государственной статистики (Росстат) и ее территориальный орган – Оренбургстат.

Согласно официальным публикациям в структуре ВРП Оренбургской области доля строительства за период 2019-2023 годы сократилась с 5,9% до 4% [1] при одновременном увеличении удельного веса других видов деятельности (сельское хозяйство, добыча полезных ископаемых, обрабатывающие производства, торговля, операции с недвижимым имуществом). При этом в 2023

году объем выполненных строительных работ составил 118319,5 млн. рублей, что впервые превысило показатель 2019 года (до пандемии коронавируса) – 101307,0 млн. рублей; последствия пандемии особенно заметны в 2020 году – падение показателя объемов строительного производства до 89728,0 млн. рублей [2, 3]. Также в 2020 году отмечается наименьший объем инвестиций в основной капитал строительных компаний (3558,4 млн. рублей); для сравнения – в 2023 году этот показатель составил 17526,6 млн. рублей.

На макроуровне сократился показатель занятости в строительстве с 30,9 тыс. человек в 2020 году до 18,7 тыс. человек в 2023 году. В то же время увеличилось число занятых в малом предпринимательстве в строительстве в период 2022-2023 годы с 12407 до 14353 человек. Существенно увеличилась инфляция в строительстве: с 5,1% в 2022 году до 9,2% в 2023 году.

О масштабах предпринимательской деятельности в строительстве и состоянии отрасли красноречиво свидетельствует объем генерируемых налоговых платежей, поступающих в федеральный бюджет. Так, по данным ФНС России [4] в 2024 году в Оренбургской области по виду деятельности «Строительство» в федеральный бюджет поступило налогов на сумму 10390 млн. рублей, что составило 4,2% от суммы по Приволжскому федеральному округу. По данному показателю Оренбургская область занимает 6 место в ПФО и значительно уступает Республике Татарстан (53 410 млн. рублей), Самарской области (36 369 млн. рублей), Республике Башкортостан (32 743 млн. рублей), Пермскому краю (30 166 млн. рублей) и Нижегородской области (30 151 млн. рублей).

Объем уплачиваемых налогов зависит от результатов деятельности строительных компаний, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Показатели деятельности строительных организаций в Оренбургской области

Показатель	2020	2021	2022	2023
1	2	3	4	5
Число предприятий и организаций, всего (на конец года)	30655	29069	27864	26975
в т.ч. в строительстве	3123	2979	2843	2705
Сальдированный финансовый результат (в фактически действовавших ценах; млн. рублей)	1146,5	-6103,1	1170,4	518,9
Удельный вес убыточных организаций (в % от общего числа)	26,9	30	20	40

Рентабельность продукции (товаров, работ, услуг) (в %)	5	4,3	2,4	1,3
Объем выполненных работ:				
- в млн руб. (в фактически действовавших ценах)	89728	96742,5	99925,6	118319,5
- в % к предыдущему году (в сопоставимых ценах)	87,7	102,9	97,4	111,9
Инвестиции в основной капитал:				
- в млн руб. (в фактически действовавших ценах)	3558,4	9406,9	15938,8	17526,6
- в % от общего объема инвестиций	2,4	6,3	8,9	7,8
Ввод в действие зданий:				
число зданий – всего	3924	5639	4735	6176
в том числе:				
- жилого назначения	3716	5422	4554	5965
- нежилого назначения	208	217	181	211
Общая площадь зданий – всего, тыс. м ²	1351,5	1450	1320,6	1601
в том числе:				
- жилого назначения	1152,8	1239,4	1124,7	1321,1
- нежилого назначения	198,7	210,6	195,8	279,9

Как видно из представленных данных в Оренбургской области за период 2020-2023 годы наблюдается неблагоприятная тенденция сокращения общего числа предприятий и организаций на 3680 единиц, в т.ч. в строительстве – на 418 единиц.

Эффективность строительного производства также снизилась, о чем свидетельствуют следующие данные:

- сокращение совокупной прибыли, полученной в отрасли, на 55% с 2020 по 2023 годы; в 2021 году наблюдается общий убыток;

- увеличение удельного веса убыточных строительных организаций с 27% до 40%;

- снижение рентабельности строительной продукции с 5% до 1,3% (под рентабельностью в данном случае понимается отношение сальдированного финансового результата к себестоимости проданных товаров, продукции (работ, услуг) с учетом коммерческих и управленческих расходов).

В числе положительных тенденций отмечается рост производственных показателей: объема выполненных работ на 32%; числа введенных в действие зданий на 2252 единиц или на 57%, увеличение общей площади на 249,5 тыс. м²,

причем в их числе преобладают жилые здания. Также отмечается увеличение объема инвестиций в строительство в 5 раз.

Таким образом развитие строительной отрасли в Оренбургской области характеризуется с одной стороны увеличением производственных показателей строительных компаний, с другой стороны – сокращением финансовых возможностей и снижением общей эффективности производства. Для стимулирования развития строительного производства необходимо государственное регулирование, которое, по нашему мнению, должно предусматривать контролирование инфляции в строительстве и одновременно создание благоприятных финансово-экономических условий для развития строительного бизнеса.

Список литературы

1 Структура валового регионального продукта (ОКВЭД 2) (процент, значение показателя за год) // Росстат [электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.fedstat.ru/indicator/59450> Дата обращения 09.09.2025.

2 Статистический ежегодник Оренбургской области. 2023: Стат.сб./Оренбургстат. – Оренбург, 2023. – 464 с. // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области, 2023. [электронный ресурс]. Режим доступа: [https:// 56.rosstat.gov.ru](https://56.rosstat.gov.ru) Дата обращения 09.09.2025.

3 Статистический ежегодник Оренбургской области. 2024: Стат.сб./Оренбургстат. – Оренбург, 2024. – 518 с. // Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Оренбургской области, 2024. [электронный ресурс]. Режим доступа: [https:// 56.rosstat.gov.ru](https://56.rosstat.gov.ru) Дата обращения 09.09.2025.

4 Отчет по форме № 1-НОМ по состоянию на 01.01.2025 // ФНС России. [электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.nalog.gov.ru/rn77/related_activities/statistics_and_analytics/forms/14794313/ Дата обращения 09.09.2025.

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЙ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ГРУНТОВ

Муртазина Л.А.,

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: испытания грунтов с целью определения их деформативных и прочностных свойств называют механическими. Результаты испытаний можно получать как на простом оборудовании, так и сложном дорогостоящем оборудовании, при этом в весьма большой степени результаты будут зависеть от правильности методики испытаний.

Ключевые слова: грунт, свойства, деформативность, прочность, оборудование, испытания, методика, результаты

Для механических испытаний грунтов на современном уровне необходимо располагать сложным и дорогостоящим оборудованием, а проведение испытаний требует от исполнителей большого опыта. Выполнение таких испытаний крупных ответственных сооружений является вполне оправданным, но совершенно излишне в случае легких и малочувствительных к деформациям построек.

С другой стороны, в случае слабых и сильносжимаемых грунтов часто вообще нет необходимости знать точные значения механических характеристик грунтов, и достаточно располагать лишь минимумом данных, позволяющим установить непригодность грунтов в качестве основания для данного сооружения. Тогда можно принять решение о прорезке этих грунтов фундаментами глубокого заложения или сваями, и либо более детальные исследования (испытания свай пробной нагрузкой). Однако, если грунтовые условия позволяют сравнивать в технико-экономическом отношении различные варианты фундаментов мелкого и глубокого заложения, требуются детальные сведения о механических свойствах грунтов основания.

Большинство современных методов инженерно-геологической разведки требует для получения таких материалов относительно больших сроков и нередко случается, что при проектировании располагают либо далеко неполными инженерно-геологическими данными, либо же продолжают вести изыскания параллельно с проектированием, что создает значительные трудности и приводит к необходимости вносить изменения в почти готовые или даже совсем законченные проекты.

Сейчас наметились два направления в подходе к объему и характеру испытаний грунтов. Первое заключается в том, что либо исходя из необходимости всяческого сокращения сроков и снижения стоимости инженерно-геологических изысканий, стремятся к созданию всевозможных инженерно-геологических карт и справочных таблиц механических характеристик грунтов. Входами в такие таблицы служат сравнительно простые и легко получаемые физические характеристики грунтов, вроде гранулометрического состава, пористости,

консистенции и т.п. Типичным примером является таблица значений модуля деформаций грунтов и показателей их сопротивления сдвигу в строительных нормах 1985г (СНиП 2.02.01-83) [1].

Второе направление исходит из того, что, во-первых, ни одна таблица не может охватить всего разнообразия естественных грунтов и тех многочисленных факторов, от которых зависят их строительные свойства и, что во-вторых, пользование стандартными таблицами может приводить к грубым ошибкам. Сторонники этого направления, признавая необходимость сокращения объема и упрощения методики испытаний, считают, что необходимо совершенствовать в соответственном направлении существующие методы изысканий.

Оба эти направления имеют право на существование и развитие, оба они дают полезные результаты. Не следует лишь забывать о границах применимости и условиях целесообразности использования этих результатов.

Необходимо помнить, что важные результаты испытаний можно во многих случаях получать и на простом оборудовании, что эти результаты весьма в большой степени зависят от правильности методики испытаний и что даже на превосходном оборудовании, но при дефектной методике будут получаться совершенно непригодные данные. Однако правильная методика испытаний должна прежде всего исходить из верного представления о структурно-текстурных особенностях испытываемых грунтов и должна видоизменяться в соответствии с этими особенностями.

Испытания грунтов с целью определения их деформативных и прочностных свойств необходимо вести таким образом, чтобы можно было правильно судить о внутреннем распределении в образце деформаций и чтобы напряжения можно было легко рассчитать, исходя из известной величины внешней нагрузки.

Такие условия осуществляются при однородных деформациях типа простого растяжения или сжатия, при чистом изгибе и при кручении тонкостенных цилиндрических образцов. Однако свойства грунтов позволяют проводить такого рода испытания лишь в виде исключения, и в механике грунтов широко применяются испытания при сложных напряженно-деформированных состояниях - на сжатие в обойме, на простой сдвиг и на трехосное сжатие, на кручение сплошных цилиндров и толстостенных цилиндрических образцов, на пенетрацию и т.п.

Цель испытаний грунтов состоит в том, что по их результатам предсказать поведение оснований или земляных сооружений при различных напряженных состояниях. В тех случаях когда теоретический прогноз оказывается невозможным из-за сложности задачи, прибегают к испытаниям в натуре на моделях. Как показывает опыт, аппаратура и методика лабораторных и полевых исследований и испытаний не могут быть однообразными и должны соответствовать характерным особенностям не только состава, но и структуры данного грунта, отличающим его от всех остальных. Так, для одних грунтов испытание на прочность должно выполняться только по методу трехосного сжатия, для других - по методу кольцевого сдвига, для третьих - по методу кручения и т.д.

Это положение требует, в свою очередь, чтобы лаборатории располагали достаточно разнообразным оборудованием для проведения испытаний по различным методикам, в зависимости от характерных особенностей всевозможных грунтов.

Такие современные методы инженерно-геологической разведки, как шурфование и бурение, весьма трудоемки, требуют значительной затраты времени и средств и не всегда поэтому могут проводиться с надлежащей полнотой. При этом мы вынуждены судить о грунтовой толще по данным, полученным в отдельных точках, в которых проводилось бурение или зондирование, и прибегать к широкой и не всегда оправданной интерполяции.

Поэтому в ряде случаев оказываются не выявленными существенные детали инженерно-геологической обстановки. Известны случаи, когда уже в процессе строительства обнаруживались такие неожиданности в геологической картине основания, которые заставляли полностью пересматривать проект.

Даже высокое качество испытаний образцов для определения основных физико-механических характеристик, входящих в расчетные формулы, не дает еще уверенности в правильности результатов расчета, так как поведение грунтов в образце может сильно отличаться от поведения того же грунта в условиях естественного залегания. Поэтому чтобы правильнее оценить механические свойства грунтовой толщи на основании подобных испытаний, необходимо обращаться к учету особенностей процессов образования и преобразования грунтов, носящих каждый раз региональный, специфический характер.

Весьма важно правильно оценить при разработке программы и методики испытаний то существенное влияние, которое оказывают методы производства работ при устройстве фундаментов или возведении земляных сооружений на последующее поведение грунтов под нагрузкой, а также предвидеть возможные изменения свойств грунтов в период эксплуатации сооружения под влиянием различных естественных и искусственных воздействий.

Для строительных конструкций, рассчитываемых по правилам строительной механики, достоверность исходных положений и методов расчета может быть в большинстве случаев проверена путем сравнительно несложных экспериментов как над моделями, так и в натуре. Но проведение экспериментальных исследований такого рода по отношению к основаниям и земляным сооружениям отличается большой сложностью и дороговизной. Тем не менее подобные исследования нередко позволяют получить гораздо более экономичные решения, чем при проектировании сооружений, исходя только из данных инженерно-геологических изысканий.

Основной целью лабораторных испытаний образцов и моделей - дать исходный материал для оценки поведения грунтов в натуральных условиях. Однако в некоторых случаях результаты этих испытаний, даже несмотря на тщательность работы персонала лаборатории и должное качество аппаратуры, могут иметь мало общего со свойствами грунтов в условиях естественного залегания. Главнейшие причины возможных расхождений можно разбить на следующие семь групп:

1 Физическое состояние, в которое приводится грунт в процессе испытания, не соответствует действительному состоянию грунта при его работе в сооружении.

2 Напряжено-деформированное состояние образца в процессе испытания и граничные условия не соответствуют действительному характеру работы грунта в сооружении, причем теоретический переход от одних условий к другим пока невозможен.

3 Методика испытания в основе своей верна, но отдельные детали не соответствуют действительным условиям работы грунта.

4 Методика испытания и ее детали правильны, однако испытаниям подвергаются неподобающие образцы.

5 Методика испытания и ее детали правильны, и образцы отобраны там, где следовало, однако размеры образцов слишком малы, чтобы они могли характеризовать поведение натурного массива грунта.

6 Не все факторы, определяющие поведение грунта в сооружении в данных условиях, известны и соответственно эти факторы не могут быть воспроизведены или учтены при проведении испытаний.

7 Не произведена оценка степени однородности исследуемого слоя грунта и соответственно не может быть определена достаточность количества испытанных образцов и надежность полученных результатов.

Чтобы не допустить подобных ошибок, необходимо выдержать три условия.

- Перед представлением программы испытания внимательно изучить по материалам геологических изысканий структурно-текстурные особенности и степень однородности исследуемого массива грунта. Когда приходится испытывать для сравнения серию образцов, размеры и форма каждого из них должны быть строго одинаковыми.

- При составлении программы предстоящих испытаний и разработке их методики детально ознакомиться с характером и условиями работы проектируемого сооружения и с предполагаемыми схемами расчета деформации и устойчивости грунтов.

- Не проходить мимо обнаруживаемых расхождений между прогнозами, основанными на результатах испытаний, и действительным поведением сооружений, обстоятельно фиксировать их в соответствующих отчетах, публиковать сообщения о них, настойчиво добиваться выяснения причин [2].

Список литературы

1 СНиП 2.02.01-83* Основания зданий и сооружений. - М ФГУП ЦПП, 2006-48с

2 М.Н. Гольдштейн. Механические свойства грунтов.- М. Стройиздат-1971- 367с

УСИЛЕНИЕ СЛАБЫХ ГРУНТОВ В ОСНОВАНИИ ФУНДАМЕНТОВ

Муртазина Л.А.,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация: в статье рассматривается проблема строительства зданий и сооружений на слабых грунтах, которая является актуальной в наше время. Городская застройка со временем все больше уплотняется, в связи с чем возникает вопрос об использовании ранее не застраиваемых территорий, сложенных слабыми грунтами. Приводится обзор основных методов закрепления слабых грунтов, а затем их сравнение по возможности применения в тех или иных грунтовых условиях.

Ключевые слова: слабый грунт, закрепление грунтов, термическое закрепление, силикатизация, смолизация, битумизация, цементация, электроосмос, уплотнение, армирование, геосинтетические материалы

Проблема строительства на слабых грунтах часто появляется при реконструкции зданий и строительстве новых сооружений. Основание, сложенное слабыми грунтами может не выдержать нагрузок, передаваемых от сооружений. Для того, чтобы строительство на таких грунтах не привело к аварийным ситуациям, необходимо проводить специальные мероприятия по закреплению слабых грунтов основания.

К особым видам грунтов, то есть к слабым грунтам, относятся грунты с неустойчивыми структурными связями. Это такие грунты, как мерзлые, вечномерзлые, лессовые, набухающие, засоленные, насыпные грунты, торфы и заторфованные грунты, а также слабые водонасыщенные глинистые грунты. Таким грунтам свойственно резкое снижение прочности структурных связей между частицами при некоторых обычных для строительства и эксплуатации сооружений воздействиях: нагревание, увлажнение, быстрое нагружение или вибрационное воздействие [1].

Для того, чтобы повысить несущую способность слабых грунтов и уменьшить их деформации существуют различные способы искусственного закрепления грунтов. Эти способы условно можно разделить на три группы:

- физико-химические – укрепление массива грунта при помощи влияния физических полей или улучшение характеристик грунтов, при помощи нагнетания в их толщу специальных растворов;
- механические – улучшение свойств грунта при помощи его уплотнения;
- конструктивные – улучшение характеристик грунтов, при помощи использования материалов, армирующих грунт [2].

К первой группе методов искусственного закрепления грунтов относится термическое закрепление, силикатизация, смолизация, битумизация, цементация, использование энзимов и электроосмос. Эта группа методов предполагает введение в грунт реагентов и минеральных частиц, взаимодействующих между собой. Применение этой группы методов требует

тщательного анализа в каждом случае использования, так как несмотря на незначительную стоимость растворов, оборудование является весьма дорогостоящим.

Вторая группа методов предполагает улучшение свойств оснований при помощи его уплотнения, которое может производиться пригрузкой, вибрированием, трамбованием и взрывами.

Третья группа методов искусственного закрепления грунта предполагает его армирование готовыми элементами из различных материалов, которые обладают большой прочностью на растяжение. Из-за того, что эта группа методов не предполагает изменение свойств грунта, в отличие от двух других групп методов, которые сложно контролировать, конструктивные методы считаются наиболее популярными. Эта группа методов включает в себя устройство грунтовых подушек и армирование грунта.

При выборе метода закрепления слабых грунтов прежде всего необходимо учитывать инженерно-геологические условия площадки строительства

Для закрепления несвязных грунтов чаще всего используют такие методы, как силикатизация, смолизация, битумизация, цементация, вибрирование и трамбование. Для закрепления глинистых грунтов применяют методы термического закрепления грунтов, цементации, использования энзимов, электроосмоса, уплотнения взрывами, устройства грунтовых подушек и армирования грунта.

Поскольку все грунты подразделяются по гранулометрическому составу, плотности, влажности и другим показателям, выбор метода закрепления грунта будет обусловлен физико-механическими характеристиками слабого грунта.

Так, способы механического уплотнения грунтов (вибрирование, трамбование, пригрузка) применимы по отношению к недостаточно плотным песчаным и насыпным грунтам. В результате внешних силовых воздействий в уплотняемом материале накапливаются необратимые (остаточные) деформации, способствующие повышению его плотности.

Метод цементации используется по отношению к гравелистым грунтам, а также к крупным пескам и пескам средней крупности. В таких грунтах жидкий цементный раствор затвердевая, заполняют поры грунта, придавая ему камневидную структуру. Наибольший эффект получается при цементации крупнообломочных грунтов, крупных и средней крупности песков с коэффициентом фильтрации от 80 до 200 м/сут. Трещиноватые скальные грунты можно цементировать только при ширине трещин в них более 0,1 мм. Для усиления сильно трещиноватых скальных грунтов используют метод битумизации.

Цементация трудноосуществима в мелких песках и совсем непригодна для укрепления илистых, супесчаных, суглинистых и глинистых грунтов. Поскольку суспензия из взвешенных в воде частиц цемента не может проникнуть в грунты с мелкими порами, для закрепления таких грунтов применяют силикатизацию и смолизацию. В данных методах в грунты вводятся специальные составы, заполняющие поровое пространство грунта, твердеющие с течением времени при соответствующих условиях (при наличии отвердителя). Создаются новые

связи между частицами, что приводит к увеличению прочности уменьшению сжимаемости грунта.

Термическое закрепление эффективно для лессовых просадочных грунтов. При термическом закреплении у лессовых грунтов, полностью ликвидируются присадочные свойства и размокаемость, во много раз повышается сцепление и сопротивляемость сдвигу. Под действием высокой температуры отдельные минералы, которые входят в состав скелета грунта, оплавляются. В результате чего образуются прочные водостойкие структурные связи между частицами грунта [3].

Энзимы применяют для закрепления всех связанных и несвязанных грунтов, таких как глина или тонкая глина. При добавлении энзимов и применении специальной техники естественный процесс уплотнения грунта ускоряется. Несущая способность и плотность грунта при воздействии стабилизатора грунта постоянно улучшаются. После внедрения в толщу энзимов, грунт становится водоотталкивающим. Обработанный и уплотнённый грунт препятствует проникновению капиллярной воды, осадочной и грунтовой воды и становится морозоустойчивым.

Для стабилизации водонасыщенных глинистых грунтов используют электроосматическое закрепление грунтов. В данном методе инъекционные растворы проникают в грунт в ионном виде. В результате электрохимической обработки слабые глинистые грунты становятся более прочными и водостойкими, а морозное выпучивание их значительно снижается.

Устройство грунтовых подушек обеспечивает создание слоя непросадочного грунта, который обладает повышенными прочностными характеристиками, малой сжимаемостью в водонасыщенном состоянии и низкой фильтрационной способностью. В связи с этим грунтовые подушки часто устраивают на просадочных грунтах.

Армирование грунтов способствует изменению свойств грунтовой среды за счет изменения условий работы грунта путем введения искусственных элементов, обеспечивающих восприятие повышенных сжимающих и растягивающих напряжений. Оно применяется на всех типах слабых грунтов, так как для армирующих элементов не так уж важны свойства армируемых грунтов.

На выбор метода закрепления слабых грунтов оказывают влияние многие факторы, такие как: инженерно-геологические условия площадки строительства; климатические особенности района строительства; объемы выполняемых работ; то, на каком этапе выполняется усиление грунта (новое строительство или реконструкция). Таким образом, при выборе метода закрепления грунта следует учитывать целый ряд особенностей, свойственных для конкретного объекта. Выбор метода должен быть обоснован технико-экономическим сравнением нескольких вариантов закрепления слабых грунтов основания.

Список литературы

1 А.В. Машенко. Специальные разделы механики грунтов и механики скальных грунтов: учеб. пособие. - Пермь: Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2014. - с. 64.

2 Л.А. Игошева, А.С. Гришина. Обзор основных методов укрепления грунтов основания. Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура, 2016, No 2, 5-21.

3 Термическое закрепление грунтов: типовая технологическая карта. - СПб., 2009.

ВОЗВЕДЕНИЯ ФУНДАМЕНТОВ ЗДАНИЙ В УСЛОВИЯХ ПЛОТНОЙ ГОРОДСКОЙ ЗАСТРОЙКИ

**Украинченко Д.А., кандидат технических наук, доцент, Надькин А.А.
магистрант кафедры СК,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: рассмотрена актуальность и проблемы проектирования фундаментов в условиях плотной городской застройки. Дана оценка влияния вновь возводимых фундаментов на фундаменты существующих зданий. Отражены способы усиления существующих фундаментов и возведения новых, исключая влияние на эксплуатируемые здания и сооружения.

Ключевые слова: плотная городская застройка, существующие фундаменты, влияние возводимых фундаментов, способы возведения.

В настоящее время набирает популярность практика строительства новых объектов в непосредственной близости от уже существующих зданий. Данная тенденция наиболее характерна для центральных районов городов, где наблюдается возведение жилых комплексов в промежутках между исторической застройкой, включающей в себя значительное количество архитектурных памятников.

Увеличение плотности городской застройки может привести к увеличению осадки существующих сооружений. Причины такой дополнительной осадки многообразны, однако наиболее опасными следует считать технологические воздействия и изменение напряжённого состояния грунтов под основаниями соседних зданий.

Начальные осадки сооружения, характерные для большинства участков застройки, формируются в ходе строительного процесса. Проект предусматривает эти осадки, которые как правило, не выходят за рамки допустимых значений и не оказывают существенного воздействия на конструктивные элементы здания. Возможные повреждения, вызванные начальными осадками, устраняются в финальной стадии строительства.

Дополнительные осадки возникают вследствие воздействия на грунты рядом строящегося здания [1]:

- от вибраций грунта, фундаментов, надземных конструкций, возникающих от работы машин и механизмов;
- откопки котлована глубже подошвы существующего здания;
- отклонения стен котлована;

– возникновения вокруг строящегося здания осадочной воронки.

Для обеспечения сохранности и функциональности существующих зданий проводятся мероприятия по укреплению фундаментных конструкций и основания.

Прежде всего, требуется определить объекты, нуждающиеся в усилении. В этой связи необходимо выполнить детальное обследование близлежащих строений и сооружений, а также состояния грунта и гидрогеологических показателей в районе предстоящего строительства.

Для устранения пустот и промоин, возникающих при продолжительной эксплуатации здания, улучшения физико-механических свойств фундаментов и грунта под подошвой фундамента, повышения несущей способности основания и фундаментов и позволяет устранять неравномерные осадки зданий и сооружений – используется цементация фундамента [2].

До начала земляных работ по всей протяжённости котлована устанавливается ограждение из шпунта. Основная задача такого ограждения заключается в предотвращении осыпания и обвала грунтов, расположенных вне границ строительной площадки. В качестве главных элементов шпунтового ограждения используют металлические трубы или сортаментные прокатные балки – швеллеры или двутавры. В ситуациях, требующих особого подхода к установке элементов шпунтового ограждения, преимущественно применяется метод забурирования. С учётом этого, рекомендуется отдавать предпочтение металлическим трубам.

Буроинъекционные сваи широко применяются для усиления фундаментов существующих зданий при новом строительстве, но обычно в комплексе с цементацией фундаментов и улучшением контакта "фундамент – грунт". Это обусловлено необходимостью повышения несущей способности старых зданий и их более тесного соединения с грунтовым основанием. Технология заключается в бурении скважин, проходящих через тело существующего фундамента, и последующем нагнетании бетона под давлением. После завершения строительства подземной части здания шпунтовое ограждение, как правило, извлекают из грунта для повторного использования. Таким образом, устройство шпунтового ограждения можно классифицировать как временную меру по укреплению оснований. В отличие от шпунтов, буроинъекционные сваи остаются в теле усиленных фундаментов и после завершения нового строительства.

В рамках постоянной строительной практики осуществляется возведение подземной части зданий методом "стены в грунте". Данный метод предполагает создание в грунте выемок и траншей, в которых монтируются ограждающие конструкции подземного сооружения из монолитного или сборного

железобетона. После установки этих конструкций производится разработка внутреннего грунта, устройство днища и возведение внутренних элементов. Несмотря на свою эффективность, метод "стены в грунте" представляет собой сложное и ресурсоемкое инженерное решение, целесообразность применения которого оправдана преимущественно при реализации крупных или уникальных строительных проектов [3].

Усиление железобетонной обоймой. Укрепление фундаментов осуществляется посредством монолитных железобетонных обойм-захваток длиной 2 – 2,5 метра, расположенных с двух сторон фундамента. Минимальная толщина таких обойм составляет 15 сантиметров. При этом для бетонных обойм рекомендуется использовать бетон с мелким гравием. Работы по усилению смежных участков разрешается проводить не ранее чем через 7 суток после завершения работ на предыдущем участке [4].

Временные меры включают в себя решения, призванные гарантировать необходимую прочность фундаментов на протяжении проведения земляных работ и до момента завершения строительства подземной части нового сооружения.

До начала проведения работ по усилению и укреплению фундаментов, а также в течение всего периода строительства, необходимо осуществлять регулярный мониторинг деформаций основания и фундаментов зданий, некоторыми из перечисленных способов:

- Геодезические методы, такие как нивелирование и тахеометрия. Нивелирование применяется для определения изменений высотного положения различных точек фундамента, что позволяет выявлять вертикальные деформации. Тахеометрия обеспечивает высокоточное измерение как горизонтальных, так и вертикальных смещений.

- Инструментальные методы. С помощью датчиков деформаций, устанавливаемых на конструкциях и в грунте, осуществляется непрерывный контроль за изменениями их геометрических параметров. Данные датчики способны регистрировать даже незначительные деформации, что позволяет своевременно выявлять потенциально опасные зоны. Инклинометры, применяемые для измерения углов наклона и смещений грунтов и фундаментов, дают возможность отслеживать динамику их поведения и прогнозировать развитие деформационных процессов.

- Дистанционные методы. Методы дистанционного зондирования, такие как спутниковая съемка и лазерное сканирование, играют важную роль в мониторинге деформаций. Спутниковые системы с использованием GPS-технологий позволяют отслеживать изменения координат точек на земной

поверхности, что дает возможность выявлять деформации на обширных территориях. Лазерное сканирование обеспечивает создание детальных трехмерных моделей деформаций как грунтов, так и инженерных сооружений, что позволяет визуализировать изменения с высокой степенью точности.

Частота проверок должна составлять не реже одного раза в неделю.

В ходе развития строительной отрасли стало очевидным, что при возведении новых объектов, особенно в исторических районах города, необходимо осуществлять мероприятия по усилению фундаментов соседних зданий. Ключевыми аспектами этого процесса являются: проведение всесторонней экспертизы состояния существующих строений, точное определение проектных решений и их качественное воплощение строительной компанией.

Список литературы

1) Прокопов А. Ю., Прокопова М. В. Проблемы проектирования фундаментов зданий и сооружений, возводимых в условиях плотной городской застройки // Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта. 2008. №21.

2) Протопопова Дарья Александровна, Коршиков Вячеслав Вадимович Заложение фундамента в условиях сложившейся городской застройки // Наука, техника и образование. 2017. №5 (35).

3) Сорочан Е.А., Трофименков Ю.Г. Основания, фундаменты и подземные сооружения. Справочник проектировщика. М. Стройиздат, 1985.

4) Котельников Д. Н., Римшин В. И. Конструктивное усиление фундаментов и грунтов основания окружающей застройки при новом строительстве в крупных мегаполисах // Вестник МГУ. 2008. №4.

РАЦИОНАЛЬНЫЕ ТИПЫ ДЕРЕВОМЕТАЛЛИЧЕСКИХ БАЛОК ДЛЯ КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ПЛИТ

**Нестеренко М.А., старший преподаватель кафедры СК, Жаданов В.И.,
доктор технических наук, профессор,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: крупноразмерные плиты длиной от 9,0 до 18,0 м при их ширине 1,5...3,0 метра находят широкое применение в отечественной и зарубежной строительной практике для покрытия и перекрытий зданий различного назначения. При всех их преимуществах перед традиционными плоскостными несущими элементами к главному недостатку данных конструкций относится высокая материалоемкость основных несущих ребер. С целью повышения технико-экономической эффективности предложена конструкция ребер из разномодульных материалов в виде деревометаллических балок.

Ключевые слова: малоэтажное строительство, деревянные конструкции, балка, совмещенная плита, несущее ребро, разномодульные материалы.

В малоэтажном строительстве крупноразмерные совмещенные плиты являются наиболее эффективным решением для перекрытия пролетов от 9 до 18 метров. Эффективность достигается за счёт совмещения несущей и ограждающей функций, что сокращает количество монтажных единиц и сроки строительства. Наиболее целесообразно применение крупноразмерных плит как конструкций «на пролет» с их опиранием непосредственно на продольные несущие стены или подстропильные элементы. При этом главным недостатком известных конструктивных решений является высокая материалоемкость. Отмеченный недостаток относится к конструкциям основных несущих ребер, на которые приходится до 80% от общего расхода материалов [1]. Представляется актуальным совершенствование конструкций несущих ребер с целью снижения материалоемкости.

Потенциал совершенствования конструкции используя только материалы из древесины и древесных материалов является ограниченным. Следующим этапом развития ребер (балок) совмещенных плит, позволяющий получить существенный эффект в технико-экономических показателях является комбинирование в конструкции ребер различных по природе материалов [2].

Эффективность балочных конструкций, выполненных из разнородных материалов, доказана практикой отечественного и зарубежного строительства. Яркими примерами, удачно сочетающимися разномодульные материалы, могут

служить железобетонные конструкции, армированные деревянные балки, деревобетонные пролетные строения, сталебетонные элементы. Но даже и в этих конструкциях, несмотря на целесообразность применения каждого из материалов, четко прослеживается тенденция к созданию элементов с рациональными типами поперечных сечений, за счет чего эффективность их применения еще более увеличивается. Рациональность поперечных сечений, как правило, связана с наличием тонких стенок, за счет применения которых появляется возможность концентрации конструкционного материала в поясах, наиболее удаленных от нейтральной оси поперечного сечения изгибаемого элемента.

Наиболее удачное сочетание древесины и металла достигнуто в деревометаллических балках с тонкой плоской стальной стенкой, разработанных в ЦНИИСК им. Кучеренко (рисунок 1). В качестве поясов применена как древесина, так и холодногнутые профили из листового проката [3]. К недостаткам предложенного решения можно отнести достаточно большую толщину стальной стенки, которая необходима для обеспечения ее устойчивости, а также высокую трудоемкость изготовления из-за принятого варианта крепления стенки к поясам на стальных цилиндрических нагелях.

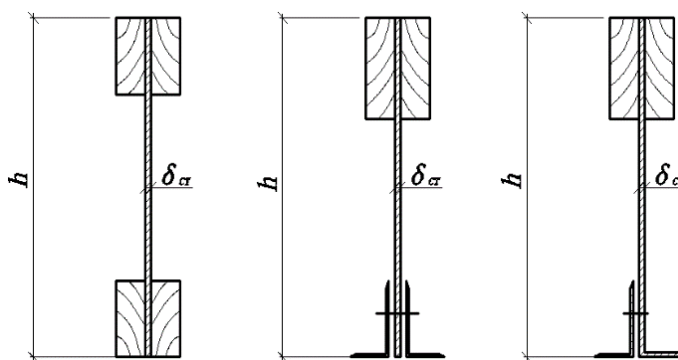


Рисунок 1 – Комбинированные металлодеревянные балки, разработанные в ЦНИИСК им. Кучеренко

Более выгодным решением для несущих ребер совмещенных крупноразмерных плит являются разработанные и экспериментально исследованные на кафедре «Строительные конструкции» ОГУ деревометаллические балки со стенкой и профилированных листов с гофрами, ориентированными вдоль пролета, за счет чего стенки могут воспринимать нормальные напряжения, что повышает как несущую способность, так и жесткость конструкции в целом [4]. Кроме этого, стальная обшивка с продольной ориентацией гофр может заменить в совмещенной плите фанерную обшивку. Такое решение помимо увеличения прочностных показателей

обеспечивает снижение общего веса плиты, так как используются именно тонкостенные гофрированные обшивки.



Рисунок 2 – Деревометаллическая балка со стенкой из профилированных листов на испытательном стенде в лаборатории кафедры СК

Однако, соединение древесины с металлом при помощи гвоздей или самонарезающих винтов имеет определенную податливость. Такие же деревометаллические балки, но с армированным деревянным каркасом позволяют решить проблему недостаточной жёсткости соединения. Помимо того, что вклеенные в пояса Т или П-образные стержни, повышают характеристики прочности, за счет армирования, и надежности, за счет клеевой прослойки между древесиной и металлом стержней, становится возможным закрепить тонкие стальные обшивки непосредственно к стержням, образуя более жесткое и надежное соединение металл-металл.

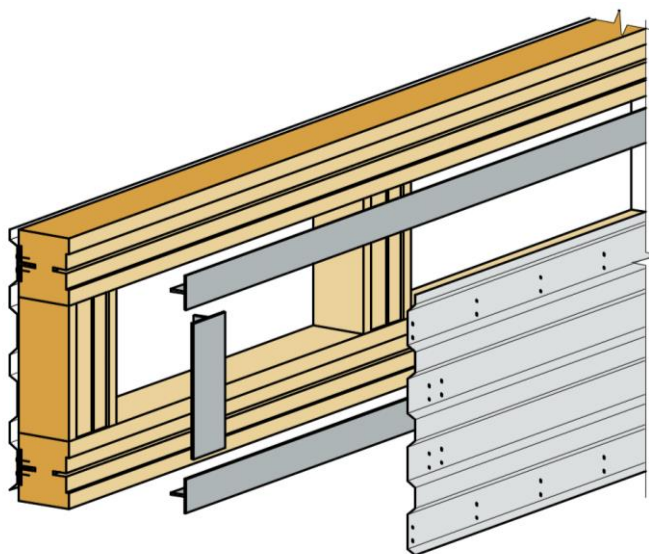


Рисунок 3 – Деревометаллическая балка с армированным каркасом Т-образными стальными стержнями

Предложенное конструктивное решение открывает перспективы для разработки более эффективных и экономичных совмещенных конструкций, объединяющих несущие и ограждающие функции. Например, при учете совместной работы обшивки и ребер плиты также происходит смещение нейтральной оси. Путем целенаправленного уменьшения площади армирования верхнего пояса и одновременного увеличения площади армирования нижнего пояса можно добиться контролируемого смещения нейтральной оси в более выгодное положение.

Помимо варьирования площади армирования, для дальнейшего совершенствования целесообразно рассмотреть возможность изменения геометрии поясов ребра. В этой связи предполагается уменьшение высоты верхнего пояса и увеличение высоты нижнего. Сочетание предложенных подходов - изменения армирования и геометрии поясов - позволяет не только добиться выгодного положения нейтральной оси, но и не выйти за рамки рекомендуемого процента армирования деревянных элементов, который должен составлять, как правило, в пределах 2-4%.

Список литературы

1. Нестеренко, М.А. Анализ конструктивных решений несущих ребер крупноразмерных совмещенных панелей на деревянном каркасе / М.А. Нестеренко, В.И. Жаданов, И.П. Пинайкин // Эксперт: теория и практика. Технические науки. Строительство и архитектура. Выпуск № 4(27) 23.12.2024 – С. 12 – 15.
2. Жаданов, В. И. Деревометаллические конструкции со стенкой из стального профилированного листа / В. И. Жаданов, С. В. Калинин // Известия вузов. Строительство. - 2012. - № 6. - С. 90-96.
3. Абдраманов, С.У. Исследование работы гнутосварных и комбинированных металлодеревянных балок с тонколистовой металлической стенкой: дис... канд. техн. наук / Абдраманов С.У. – М.: 1989. – 160 с.
4. Калинин, С.В. Экспериментальные исследования деревометаллических балок со стенкой из стального профилированного листа при поперечном изгибе / С.В. Калинин, В.И. Жаданов // Вестник ТГАСУ. Выпуск №3, 2012. - С. 117-125.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ НЕСУЩИХ РЕБЕР ПЛИТ НА ДЕРЕВЯННОМ КАРКАСЕ

**Нестеренко М.А., старший преподаватель кафедры СК, Жаданов В.И.,
доктор технических наук, профессор,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: рассмотрены основные этапы совершенствования конструкций несущих ребер плит на деревянном каркасе. Выполнен обзор характерных примеров конструкторских разработок, выявлены их преимущества и недостатки. Определена ярко выраженная тенденция целесообразности рационализации поперечных сечений несущих ребер как главных элементов совмещенных плит. Предложены пути усовершенствования конструкций плит на деревянном каркасе за счет применения клефанерных ребер с прерывистой фанерной стенкой.

Ключевые слова: деревянные конструкции, совмещенная плита, несущее ребро, клефанерная балка, обшивка.

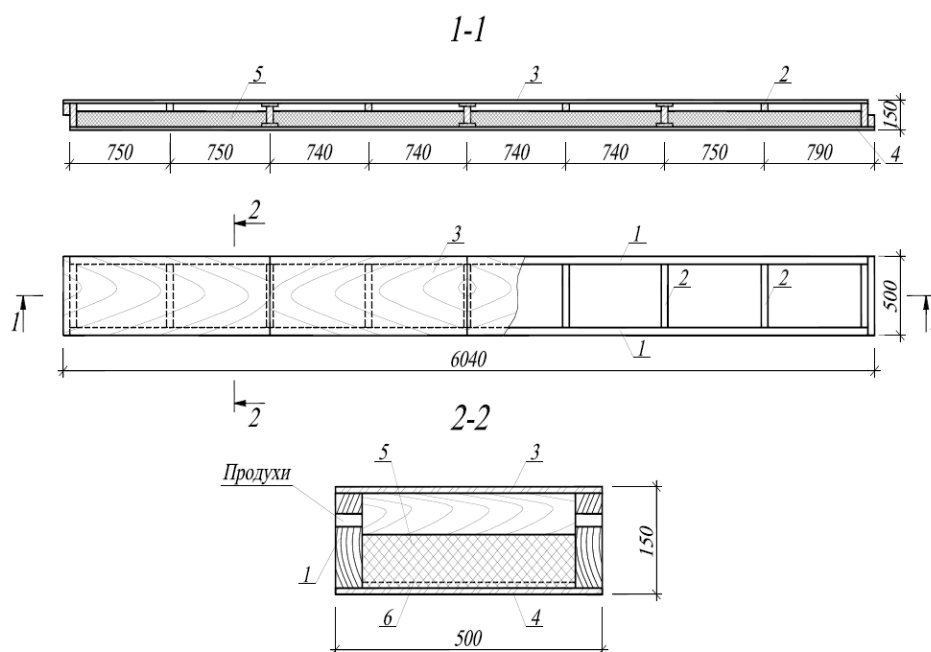
В качестве ограждающих элементов в начале XX века широко применялись конструкции построечного изготовления, в которых роль основного несущего элемента выполняла доска. Это были различного рода деревоплиты, прогонные беспустотные и пустотные покрытия как для холодных, так и для теплых кровель. Для конструкций, выполненных непосредственно на строительной площадке, не требовалось сложного оборудования и высококвалифицированных мастеров. С другой стороны, за эту простоту приходилось мириться с повышенным расходом материалов и объемом работ. При этом выполнение конструкций в условиях строительной площадки неминуемо отрицательно сказывалось и на их качестве, что приводило к неоправданному снижению долговечности деревянных ограждений.

Переход от построечного изготовления ограждений к конструкциям повышенной заводской готовности был предопределен, так как это обеспечило:

- повышение эффективности использования применяемых материалов;
- повышение качества строительно-монтажных работ;
- сокращение времени монтажа и отделки ограждающих конструкций;
- независимость изготовления и монтажа ограждающих конструкций от погодных условий;
- опцию сборно-разборности объекта строительства при необходимости;
- снижение общих трудозатрат на строительной площадке.

С развитием базы клееных конструкций получили распространение совмещенные плиты, состоящие из деревянного каркаса и приклеенным к этому каркасу обшивки из листовых материалов, например из фанеры. Клеевое соединение обшивок с каркасом, в отличие от традиционного гвоздевого, является жестким, что обеспечивает совместную работы соединенных элементов [1]. Таким образом, обшивка, за счет клеевого соединения вовлекается в общую работу конструкции, совмещая ограждающую и несущую функции.

К пионерным разработкам в этом направлении можно отнести экспериментальные и теоретические исследования, проведенные еще в 50-х годах в ЦНИПСе, Военно-инженерной академии им. В.В. Куйбышева и в НИИ по строительству Минмашстроя, где были предложены и испытаны плиты размером 0,5х6,0 м с фанерными обшивками, приклеенными к каркасу из двух основных несущих и вспомогательных поперечных ребер. Несущие ребра каркаса, верхняя и нижняя обшивки образовывали коробчатую конструкцию, в полости которой размещали минераловатный утеплитель (рисунок 1).



1 - основные ребра; 2 - поперечные ребра; 3 - верхняя обшивка;
4 - нижняя фанерная обшивка; 5 - утеплитель; 6 - пароизоляция.

Рисунок 1 – Клеефанерный утепленный щит 0,5х6,0м (ЦНИПС)

Дальнейшие конструкторские и экспериментально-теоретические исследования были направлены на разработку плит пролетом 12,0 м и более. Практика отечественного и зарубежного строительства [2] подтверждает, что наиболее целесообразно применение крупноразмерных плит как конструкций «на пролет» с их опиранием непосредственно на продольные несущие стены или подстропильные элементы. Такое конструктивное решение позволило увеличить

технико-экономическую эффективность проектируемого объекта на 25-30% в сравнении с аналогичными плоскостными элементами.

Наиболее характерным примером таких конструкций являются плиты Киевского ИСИ (рисунок 2). Несущие ребра данных плит выполнены клеёдощатыми с прямоугольным поперечным сечением, обшивки – из фанерных листов. Ширина плит варьируется от 1,5 м до 3,0 м, а пролет от 9,0 до 18,0 м. Такое увеличение габаритов конструкции выгодно отличает данные плиты от плит с каркасом из цельной древесины.

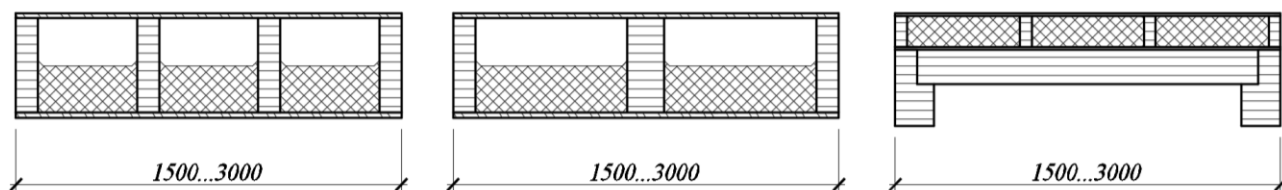
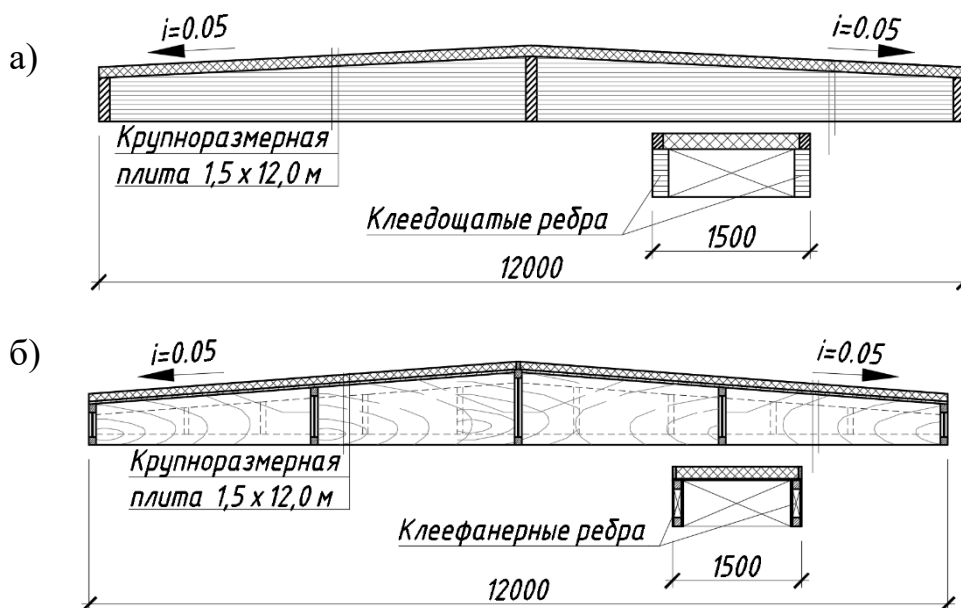


Рисунок 2 – Варианты поперечных сечений плит Киевского ИСИ

Существенным недостатком этих конструкций является большая материалоемкость, в частности использование клеёдощатых рёбер зачастую оказывается чрезмерно затратным из-за их значительной массивности и, как следствие, избыточного расхода материалов. В данном случае повышенный расход не является оправданным, так как простое прямоугольное поперечное сечение основных несущих ребер не позволяет эффективно использовать весь материал ребра.



а – плита с клеёдощатыми ребрами; б – плита с клеёфанерными ребрами.

Рисунок 3 – Конструкции крупноразмерной плиты с вариантами ребер

Клеефанерные ребра с двутавровым или коробчатым поперечным сечением, обладая меньшей массой, обеспечивают необходимую жёсткость и прочность, позволяя снизить общий вес конструкции. На рисунке 3 приведен пример крупноразмерной плиты с двумя вариантами несущих ребер (клеешощатые и клеефанерные). Рассчитав эти два варианта под одну нагрузку, оказалось, что при клеефанерном решении вес конструкции меньше на 30%. С точки зрения сопоставимости сравниваемых вариантов расчеты проведены для утепленных панелей с размерами в плане 1,5х12,0 м под нагрузку для III снегового района.

Использование крупноразмерных плит «на пролёт» с двускатными клеефанерными рёбрами явилось эффективным решением для кровельных конструкций, обеспечивающим надлежащий водоотвод и упрощающим монтаж [3]. Однако при расчёте таких элементов традиционный подход к определению размеров поперечного сечения, основанный на анализе сечения в середине пролёта, оказывается неоптимальным. Критическими являются сечения, расположенные на расстоянии «х» от опоры, где возникают максимальные нормальные напряжения, и опорные сечения, требующие расчёта по касательным напряжениям. При этом несущие рёбра эффективно работают на пределе своей несущей способности именно в этих критических зонах, в то время как на остальных участках пролёта их потенциал используется лишь на 50-65%. Это обстоятельство открывает возможности для совершенствования конструкции ребер путём устройства прерывистой фанерной стенки (рисунок 4). Такое предложение было разработано в ОГУ совместно с Новосибирским ИСИ (Сибстрин).

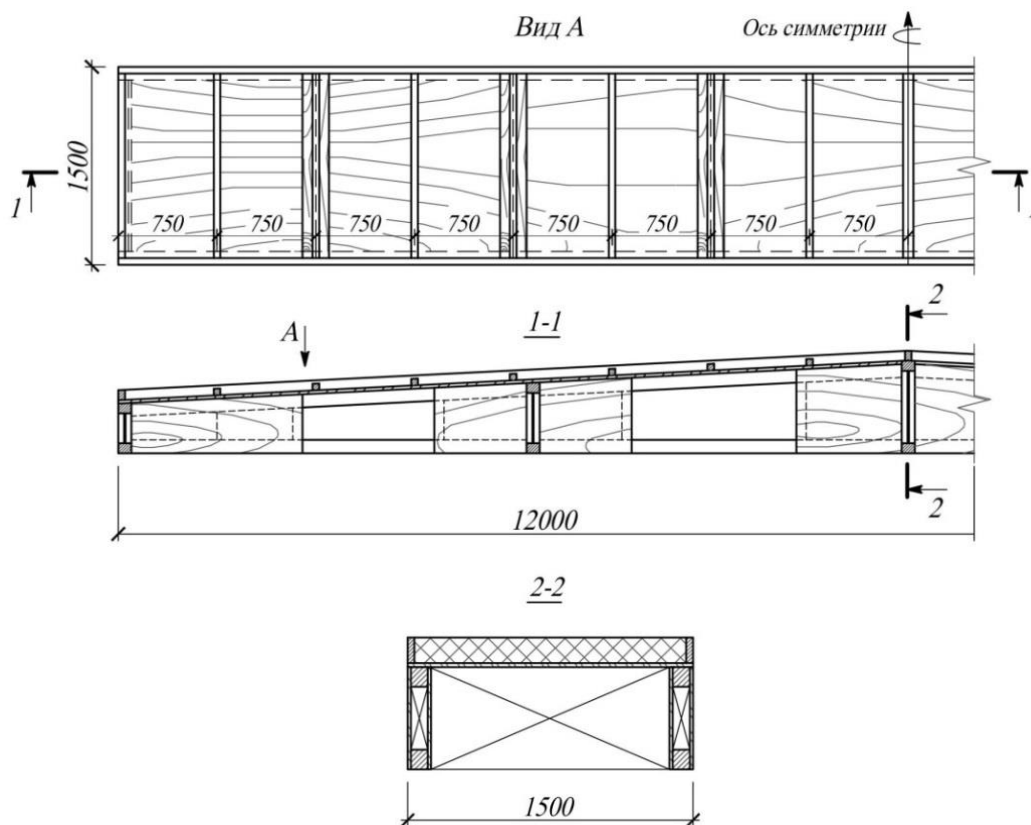


Рисунок 4 – Предложенный вариант крупноразмерной совмещенной панели с клеефанерными ребрами с прерывистой стенкой

Такое конструктивное решение не только снижает материалоемкость конструкции, но и позволяет в пределах высоты продольных несущих ребер располагать необходимые технологические инженерные коммуникации [4].

В материалах настоящей статьи рассмотрены основные этапы совершенствования конструкций несущих ребер совмещенных плит на характерных примерах конструкторских разработок. Наблюдается ярко выраженная тенденция рационализации поперечного сечения ребер. Это говорит о том, что именно ребра являются основными элементами конструкций плит, совершенствование которых дает наибольший эффект. Следовательно, дальнейшие исследования и конструкторские разработки должны быть сфокусированы на поиске новых, более рациональных форм поперечного сечения ребер, что является наиболее перспективным путем для существенного повышения технико-экономических показателей совмещенных плит на деревянном каркасе.

В любом случае конструктивное решение совмещенных плит на деревянном каркасе должно учитывать технические и технологические возможности региона строительства, опираться на соответствующие технико-экономические расчеты. Комплексный учет всех вышеизложенных рекомендаций обеспечит повышение эффективности строительства с применением деревянных конструкций и их конкурентоспособность на строительном рынке.

Список литературы

1. Вдовин, В.М. Конструкции из дерева и пластмасс. Проектирование клеенощитых и клефанерных конструкций, балок и рам / В.М. Вдовин. – Пенза: Изд-во ПГУАС, 2016. – 208 с.

2. Жаданов, В.И. Эффективность применения крупноразмерных плит на основе древесины в покрытиях зданий / В.И. Жаданов, И.И. Яричевский // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании: материалы международной научной конференции. Москва. МГСУ. 2015. С.150-154.

3. Тарасевич А.И. Клефанерные конструкции для покрытий производственных сельскохозяйственных зданий // Строительство и архитектура Белоруссии. 1981. №1. С. 38-40.

4. Нестеренко, М.А. Анализ конструктивных решений несущих ребер крупноразмерных совмещенных панелей на деревянном каркасе / М.А. Нестеренко, В.И. Жаданов, И.П. Пинайкин // Эксперт: теория и практика.

Технические науки. Строительство и архитектура. Выпуск № 4(27) 23.12.2024 –
С. 12 – 15.

ВАРИАНТЫ СОЕДИНЕНИЙ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ УЗЛОВ ДЕРЕВЯННЫХ КАРКАСОВ НА ВКЛЕЕННЫХ ПЛАСТИНАХ В ЗДАНИЯХ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

**Нечаев Александр Андреевич, аспирант, Руднев Игорь Владимирович,
канд. тех. наук, доцент,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: в статье рассматриваются основные векторы развития деревянного домостроения на основе применения деревянных конструкций с увеличенной степенью заводской готовности для зданий малой и средней этажности. Для этого в качестве основной принята каркасная конструктивная схема здания с несущими элементами из бруса. Приведены характерные типы и технологии возведения зданий с деревянным каркасом. Рассмотрены варианты современных узловых соединений деревянных элементов, в том числе применимых для соединений элементов каркаса, на механических и клеевых связях. Отмечены их особенности, достоинства и недостатки. Предложены варианты соединений элементов деревянных каркасов на клеенных в древесину стальных пластинах. Отмечена перспективность соединений такого рода и намечены пути их дальнейшего исследования.

Ключевые слова: деревянное домостроение, каркасы зданий малой и средней этажности, соединения деревянных элементов, узлы, стальные пластины, клеевое соединение.

Введение в действие на территории Российской Федерации СП451 и СП452 [1÷3], регламентирующих порядок проектирования общественных и жилых зданий с применением деревянных конструкций, позволяет возводить многоэтажные здания высотой до 28 м, вместо ранее разрешенных максимум 3 этажей, что расширяет область применения деревянных конструкций с точки зрения пожарной безопасности. В постановлении Правительства РФ от 18 ноября 2022 года №2093 [4] утверждаются правила предоставления субсидий производителям деревянных домокомплектов на возмещение выпадающих доходов, связанных со скидками физическим лицам на приобретение таких домокомплектов. Рекомендации Правительства от 20 ноября 2023 года [5] позволяют задействовать существенные резервы внутреннего спроса на древесину. Соответствующие задачи поставлены Стратегией развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года и Стратегией развития строительной отрасли и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации на период до 2030 года. На рисунке 1 приведен график роста объемов деревянного строительства, начиная с 2021 года, с прогнозом до 2030 года.

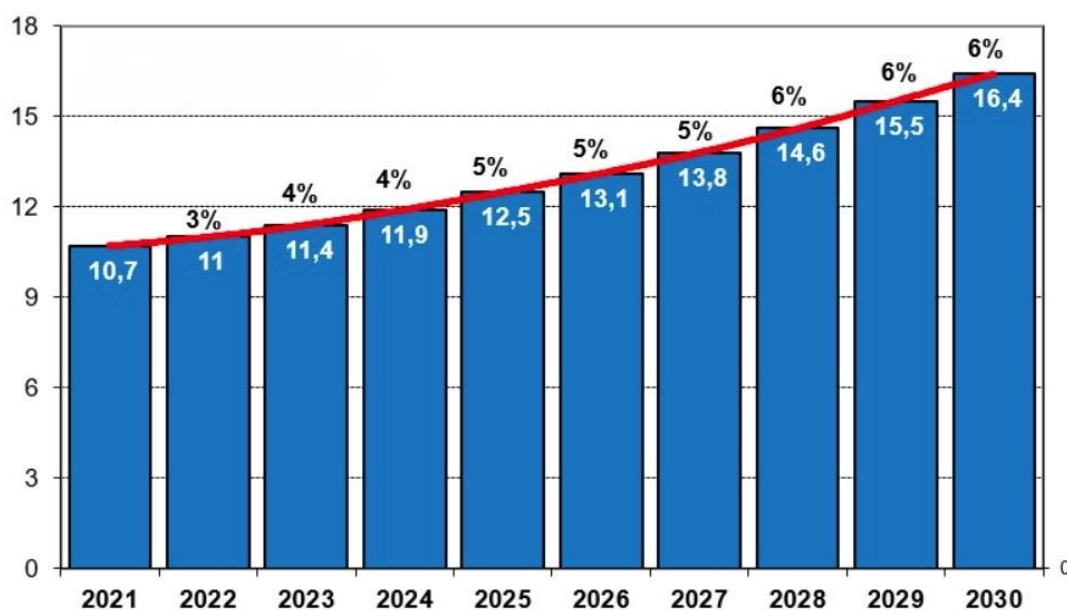


Рисунок 1 – Прогноз роста объема деревянного строительства в России, млн. м²

На диаграмме видно, что прогнозируемый годовой прирост объемов деревянного строительства будет увеличиваться 2÷3% ежегодно.

Одним из векторов развития деревянного домостроения является строительство каркасных зданий малой и средней этажности с большой степенью заводской готовности (рисунок 2). Опыт мирового деревянного домостроения свидетельствует о том, что заводская сборка элементов каркасных зданий, а также простота монтажа строительных компонентов из дерева в сочетании с экономичностью и положительными экологическими характеристиками древесины делают его пригодным для интенсивного использования в строительстве общественных и жилых зданий. Современная каркасная технология строительства деревянных зданий имеет несколько разновидностей. В малоэтажном домостроении большое распространение получил стоечно-балочный каркас, формируемый из досок, устанавливаемых с шагом около 600 мм, соединяемых верхней и нижней обвязкой из доски или бруса, с утеплением между стойками и обшивкой листовыми материалами, такими как ОСП (ориентированно-стружечная плита) или влагостойкая фанера. Так же одной из технологий строительства каркасных деревянных домов является технология возведения несущих систем, в которых для силового каркаса применяется брус, который может устанавливаться с достаточно большим шагом. Одним из вариантов возведение каркасов из бруса является монтаж зданий по так называемой технологии Timber frame (рисунок 2, а), что так и переводится «брусовый каркас». Преимущество применения бруса в каркасах здания заключается в рациональном использовании древесины при распиловке. Кроме этого, при применении бруса стеновое заполнение между стойками каркаса может быть выполнено из разных материалов: СИП-панелей и других композитных панелей из материалов на основе древесины, кирпича, пено- и газоблоков, ракушечника, самана, панорамное остекление, в том числе

безрамное, и т.д. Каркас при этом может оставаться открытым, увеличивая эффектность экстерьера и интерьера здания.

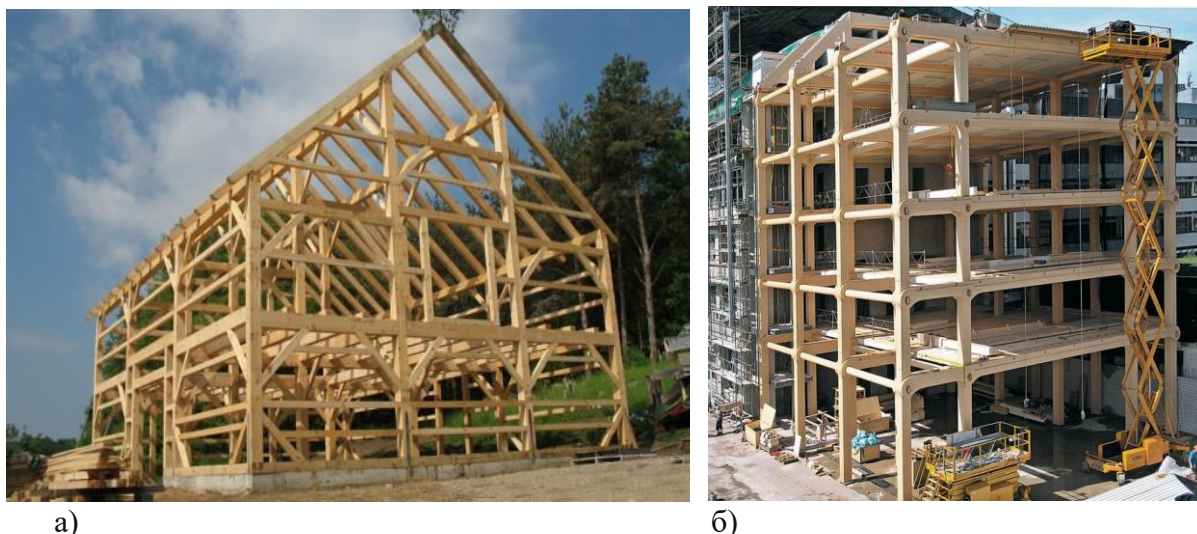


Рисунок 2 – Деревянные каркасные здания малой и средней этажности: а) по технологии Timber frame; б) Офисное здание Tamedia в Цюрихе

При проектировании и возведении деревянных каркасных зданий остро встает вопрос о выборе типа соединений несущих элементов. На данный момент существует множество различных конструктивных решений узлов деревянных конструкций, которые подразделяются в зависимости от способа передачи усилий на 2 основные группы:

- соединения на механических бесклеевых связях;
- соединения на клеенных элементах.

Механическое соединение на когтевых шайбах, показанное на рисунке 3, являются разновидностью шпоночных соединений. За всю историю своего существования, шпонки эволюционировали от призматических деревянных форм до сложных соединителей, выполняемых из специальных сплавов. Видоизменения шпоночных соединителей были направлены на избавление от таких недостатков, как неравномерное распределение нагрузок при многорядовой расстановке, и уменьшение или полное исключение скалывающих напряжений. Поэтому каждые последующие разновидности шпоночных соединений создавались с качествами достаточной вязкости и податливости (чтобы предотвратить опасное скалывающее напряжение), равнопрочности, применения принципа дробности воспринимаемого усилия, увеличения поверхности скалывания, увеличения плотности и мощности соединения.

Положительные качества когтевых шайб отражаются в увеличении несущей способности нагельного соединения в 1,8–2,5 раза [6]. Экспериментально было получено, что несущая способность когтевой шайбы примерно одинакова в соединениях вдоль и поперек волокон сосновой древесины вследствие «дробности» приложения сминающих усилий. Узлы, выполняемые с использованием когтевых шайб, имеют высокую плотность

соединения. Использование данных шайб также предохраняет разрушение узлов конструкции от опасных хрупких разрушений.

Но, несмотря на широкое применение в узлах различных строительных конструкциях существует ряд недостатков соединений с когтевыми шайбами: незначительные размеры зубьев при усушке древесины приводят к выходу их из гнезд; зубья, вдавленные в древесину, перерезают волокна и вызывают ослабление древесины; необходимы особые требования к технологии запрессовки шайб для предотвращения изгиба зубьев в направлении наименьшей их жесткости, которые тяжело обеспечить в условиях стройки.



Рисунок 3 – Когтевая шайба типа «Булдого» и нагельное соединение элементов каркаса с ее применением

Еще одно механическое соединение, часто используемое в современном деревянном домостроении, – соединения на металлических зубчатых пластинах (МЗП). Они представляют собой стальные пластины толщиной 1–2 мм, на одной стороне которых после штамповки на специальных прессах получают зубья различной формы и длины (рисунок 4).

МЗП ставят попарно по обе стороны соединяемых элементов так, чтобы ряды пластин располагались в направлении волокон присоединяемого деревянного элемента, в котором действуют наибольшие усилия. Несущую способность деревянных конструкций на МЗП определяют по условиям смятия древесины в гнездах и изгиба зубьев пластин, а также по условиям прочности пластин при работе на растяжении, сжатие и срез. МЗП рекомендуется изготавливать из листовой углеродистой стали толщиной 1,2 и 2 мм. Антикоррозионную защиту МЗП выполняют оцинковкой или покрытием на основе алюминия в соответствии с рекомендациями по антикоррозионной защите стальных закладных деталей.

Достоинства конструкций на МЗП: повышенная вязкость работы соединений; высокая степень заводской готовности; высокая технологичность производства; сниженная продолжительность возведения конструкций; низкая металлоемкость; минимальные разрывы и повреждения волокон древесины при внедрении; возможность изготовления практически любых типов конструкций.

Недостатки соединений на МЗП: невысокий предел огнестойкости; высокая вероятность раскалывания древесины при запрессовке; податливость соединений.



Рисунок 4 – Соединения на МЗП

К современным системам на механических связях возможно отнести систему скрытого крепежа «Валет» [7], которая служит для соединения элементов деревянных конструкций из бруса, и представляет собой две одинаковые по форме металлические детали, которые изготавливаются из оцинкованной стали толщиной 6 мм. При креплении системы используются специальные саморезы диаметром 10 мм. В качестве основного преимущества использования системы скрытого крепежа «ВАЛЕТ» можно выделить возможность применения данной системы в конструкциях и узлах, к которым одновременно предъявлены особые прочностные и эстетические требования. Данная система подходит для монтажа открытых межэтажных перекрытий, изготовления светопрозрачных конструкций, мансард, зимних садов, для сборки каркасов деревянных домов, отдельных деревянных узлов в каменных и кирпичных зданиях, фахверковых конструкций. Так же данный тип соединения отличается удобством при непосредственном монтаже несущих элементов. Благодаря этим качествам, данная система часто используется в строительстве малоэтажных жилых домов.

К недостаткам этой системы крепежа можно отнести принцип ее работы – несущие конструкции должны быть нагружены условно статически, а также в них должны отсутствовать силы, вызывающие крутящие моменты относительно оси несущих балок. Кроме этого, данную систему можно применять только внутри зданий и для строительных элементов, находящихся под крышей, для которых относительная влажность воздуха не превышает 85%. Поступление влаги снаружи и регулярное образование конденсата должно быть полностью исключено.

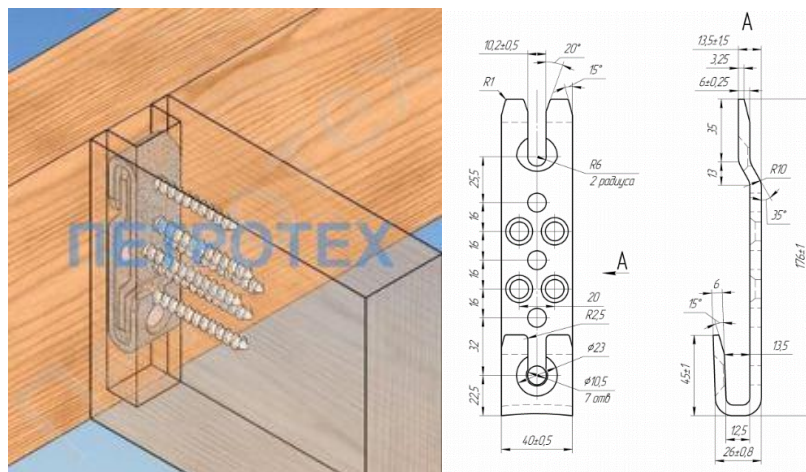


Рисунок 5 – Система скрытого крепежа строительного бруса «Валет» 180
мм

В ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко разработан новый тип клеевинтовых соединений [8] для диафрагм жесткости в каркасных несущих системах. Их особенностью является ввинчивание стержня с метрической резьбой в просверленное отверстие, древесина в котором предварительно пропитывается клеем. Применение клеевинтовых соединений для стыков диафрагм из ДПК/CLT позволяет повысить их несущую способность и жесткость, а также снять зависимость от поставок импортных соединительных деталей. Наличие резьбы упрощает сборку конструкций на строительной площадке, что будет способствовать увеличению темпов строительства деревянных зданий.

В 2023 году проводилась научно-исследовательская работа, ориентированная на разработку и изучение соединений сборных клееных деревянных конструкций многоэтажных зданий с новым типом соединений стеновых панелей на клеевинтовых стержнях, в том числе с возможным применением в диафрагмах деревянных каркасов. Для разработки узловых соединений определялись прочностные и деформационные характеристики клеевинтовых соединений под углом 45° к волокнам древесины в зависимости от длины ввинчивания стержней. По результатам испытаний подтверждены спрогнозированные теоретически прочностные и жесткостные параметры соединений (рисунок 4).

Внедрение данного типа соединений позволит использовать преимущества конструкций высокой степени заводской готовности, что значительно ускорит и упростит строительство новых зданий с каркасной несущей системой.



Рисунок 6 – Испытание на сдвиг узла стыка диафрагм и дисков жесткости на клеевинтовых стержнях в лаборатории НИЦ «Строительство» (ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко)

Одним из перспективных соединений деревянных конструкций так же являются соединения на клеенных стальных шайбах [9]. Технология изготовления включает в себя несколько этапов. Сначала изготавливается однозаходная резьба на шпильках и шайбах, после чего в конструкции специальной фрезой выбираются гнезда диаметром на 1-2 мм больше шайбы, отверстие под шпильку делается на 2-3 мм больше ее диаметра. Гнездо частично заполняется эпоксидным клеем так, чтобы пространство между стальной шайбой и древесиной было полностью заполнено клеевой композицией. С одной стороны в гнездо вставляется шайба с предварительно ввернутой шпилькой. Шпилька вворачивается для того, чтобы совпал заход резьбы на обеих шайбах. Далее с другой стороны наворачивается вторая шайба до тех пор, пока не войдет в гнездо, и затягивается. Данный тип соединений отличается высокой прочностью, надежностью, технологичностью, а так же является сборно-разборным. Однако в ряде случаев возможна неравномерная передача усилий от шпильки на шайбы (из-за эксцентриситета при передаче нагрузки, погрешности при вклеивании шайбы, или порока древесины), и как следствие, приводит к неравномерной передаче усилий от шайб на древесину, что приводит к снижению надежности и неравномерным деформациям конструкции.

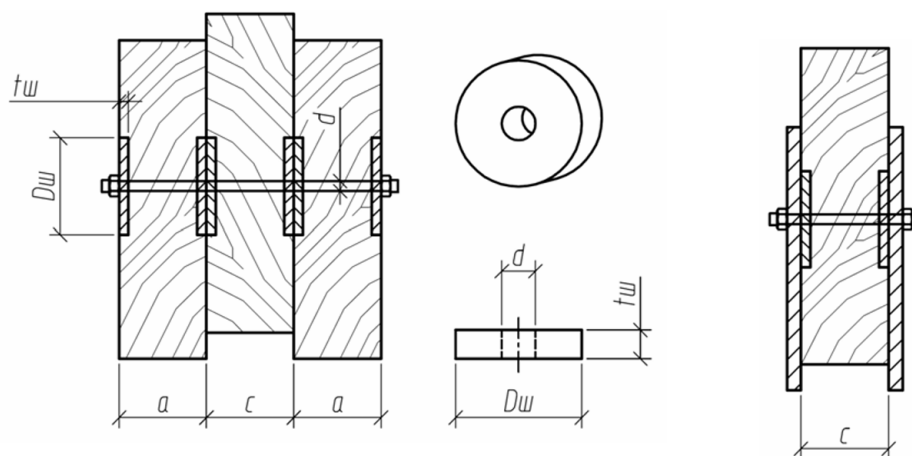


Рисунок 7 – общий вид соединений на клеенных стальных шайбах

Еще одним перспективным направлением исследований в области соединений деревянных конструкций с клееными элементами, является разработка соединений на клеенных стальных пластинах. Соединение изготавливается путем выбирания паза в конструкции в виде призмы шириной, равной толщине клеиваемой пластины, увеличенной на 0,002 м. Высота призмы соответствует ширине клеиваемых пластин. Для повышения адгезии на строгальном станке на клеиваемые пластины наносится V-образные надрезы глубиной и шириной 1 мм с шагом 1 мм перпендикулярно продольной оси пластины.

В работах [10÷12] приведены варианты соединений деревянных конструкций с помощью стальных клеенных пластин, работающих на выдергивание–вдавливание, с экспериментально–теоретическим обоснованием методики их расчета и проектирования. Отдельные конструктивные решения неразъемных соединений показаны на рисунке 8.

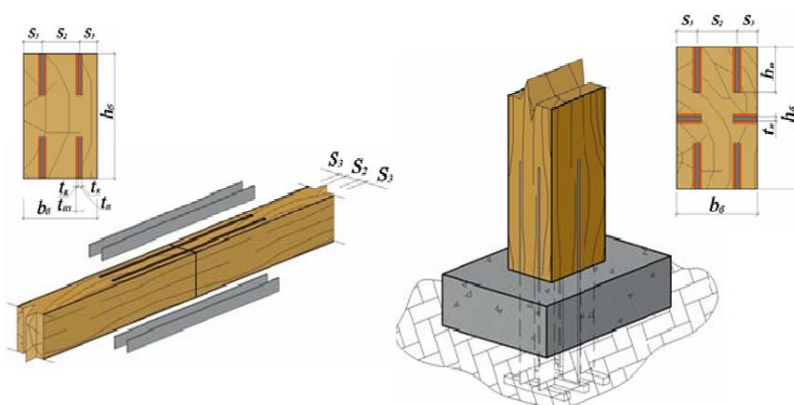


Рисунок 8 – Варианты неразъемных соединений деревянных конструкций на клеенных пластинах для стыков

Экспериментальные исследования узлов деревянных конструкций, работающих на растяжение–сжатие, показали, что при смещении осей клеенных пластин относительно осей деревянных элементов в узлах помимо

продольной силы возникают изгибающий момент и поперечная сила, что в целом не сказалось на работе соединений элементов ферм, предложенных авторами [13]. В целом аналогичный характер носит напряженно–деформированное состояние, возникающее в узлах несущих деревянных каркасов, что позволяет предположить возможность применения соединений такого рода в узлах пространственных деревянных конструкций. Проведение экспериментально–теоретических исследований работы вклеенных стальных пластин при совместном действии изгибающего момента и поперечной силы является очередным этапом разработки соединений с клеевыми связями для узлов деревянных каркасов из бруса.

Список литературы

1. СП 64.13330.2017 Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II–25–80. // М.: Стандартинформ, 2017. – 96 с.
2. СП 451.1325800.2019. Здания жилые многоквартирные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования // ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт АО «НИЦ «Строительство» - М. 2019 – 20 с.
3. СП 452.1325800.2019. Здания общественные с применением деревянных конструкций. Правила проектирования // ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко – институт АО «НИЦ «Строительство» - М. 2019 – 27 с.
4. Постановление Правительства РФ от 18 ноября 2022 г. N 2093 "Об утверждении Правил предоставления субсидий из федерального бюджета производителям деревянных домокомплектов на возмещение выпадающих доходов, связанных с предоставлением скидки физическим лицам на покупку таких деревянных домокомплектов".
5. Рекомендации Совета федерации федерального собрания российской федерации от 2 ноября 2023 года ««Перспективы развития деревянного домостроения в Российской Федерации»».
6. Деревянные конструкции с применением когтевых шайб и учетом начальных напряжений древесины: монография / В. Н. Глухих, А. Г. Черных, Е. В. Данилов // Министерство образования и науки Российской Федерации, Санкт–Петербургский государственный архитектурно–строительный университет. – Санкт–Петербург, 2018. – 282 с.
7. Техническое руководство по применению и эксплуатации системы скрытого крепежа «ВАЛЕТ». «ПЕТРОТЕХ» Патент №74691.
8. Смирнов П.Н., Салимуллин А.Р. Исследование узлов деревянных конструкций с клеевинтовыми соединениями для диафрагм и дисков жесткости многоэтажных зданий // Вестник НИЦ «Строительство». 2024;43(4): С. 40–49.

9. Арискин, М.В., Вдовин, В.М. Несущая способность соединений на клеенных шайбах при передаче усилий вдоль волокон древесины // Приволжский научный журнал. – 2009. - № 4. – С. 21-27.

10. Руднев И.В., Жаданов В.И. Методика расчета соединений элементов деревянных конструкций на клеенных пластинах // Вестник ОГУ. 2015 №5; С. 155–161.

11. I.V., Rudnev, Igor V., V.I., Zhadanov, Victor Ivanovich, V.S., Garipov, Vladimir S. Validation of the calculation of a wooden column with a support unit on glued steel plates // E3S Web of Conferences 263, 02054 (2021). P. 9.

12. I V Rudnev, V I Zhadanov, M M Sobolev and D A Ukrainchenko. Verification and validation of finite-elemental calculation of wooden structures connections on glued flat steel rods // 24th International Scientific Conference on Construction the Formation of Living Environment, FORM 2021; Moscow; Russian Federation; 22 April 2021 до 24 April 2021; Код 169153

13. Лисицкий И.И., Деревянные фермы с узловыми соединениями на клеенных плоских стержнях / Жаданов В.И., Руднев И.В. // Промышленное и гражданское строительство. – Москва: – 2020. – №4. – С. 9–16.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ЗАГРУЖЕНИЯ СНЕГОВОЙ НАГРУЗКОЙ СТАЛЬНОЙ СТРОПИЛЬНОЙ ФЕРМЫ С ФОНАРЕМ

**Никулина О.В. канд. техн. наук, доцент, Руднев И.В., канд. техн. наук,
доцент,**

**Федеральное государственное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

Аннотация: работа посвящена анализу возможных вариантов загрузки снеговой нагрузкой стальной стропильной двухскатной фермы с продольным фонарем в эксплуатируемом производственном здании по рекомендациям ранее действующих и актуальных нормативных документов; даны рекомендации по выбору наиболее неблагоприятной для конструкции схемы загрузки.

Ключевые слова: свод правил (СП), строительные нормы и правила (СНиП), стальная стропильная ферма, фонарь, пролет, шаг, снеговая нагрузка, коэффициенты формы, статический расчет, расчетные усилия, пояса, раскосы, стойки.

Снеговая нагрузка, действующая на покрытие здания, является основной нагрузкой, способной принципиально изменить напряженно-деформированное состояние несущих стропильных конструкций, так как характер ее приложения к расчетным моделям очень вариативен и зависит от наличия на покрытии различных выступающих элементов, препятствующих сносу снега и создающих условия для образования зон его повышенного отложения. Важнейшими из таких элементов в покрытиях производственных зданий являются продольные фонари, которые очень часто применялись при строительстве таких объектов в 60-х – 70-х годах прошлого столетия, эксплуатация которых может быть продолжена в настоящее время после проведения строительной экспертизы.

При оценке несущей способности основных элементов каркасов таких зданий экспертами должны приниматься во внимание проектные значения нагрузок, определенных с учетом рекомендаций нормативных документов, действующих во время проектирования и фактические расчетные нагрузки, определенные по актуальным нормативным документам. наличие дефектов и повреждений, вызванных превышением действующих нагрузок над проектными нагрузками и фактических деформаций над предельно допустимыми значениями. Таким образом, первостепенной задачей эксперта становится анализ произошедших изменений в нормативных документах за фактический период эксплуатации. Такой анализ был сделан для снеговой нагрузки на покрытие однопролетного здания с продольным фонарем.

При определении снеговой нагрузки на покрытие такого здания нормативными документами [1, 2] предлагается рассматривать две характерные

зоны покрытия с различными схемами распределения нагрузки: в пределах фонаря (зона «С» - в СП 20.13330 [2] и зона «В» - в СНиП II-A.11-62 [1]) и на полосе шириной 1,5 метра за торцом фонаря (зона «А») (рисунок 1).

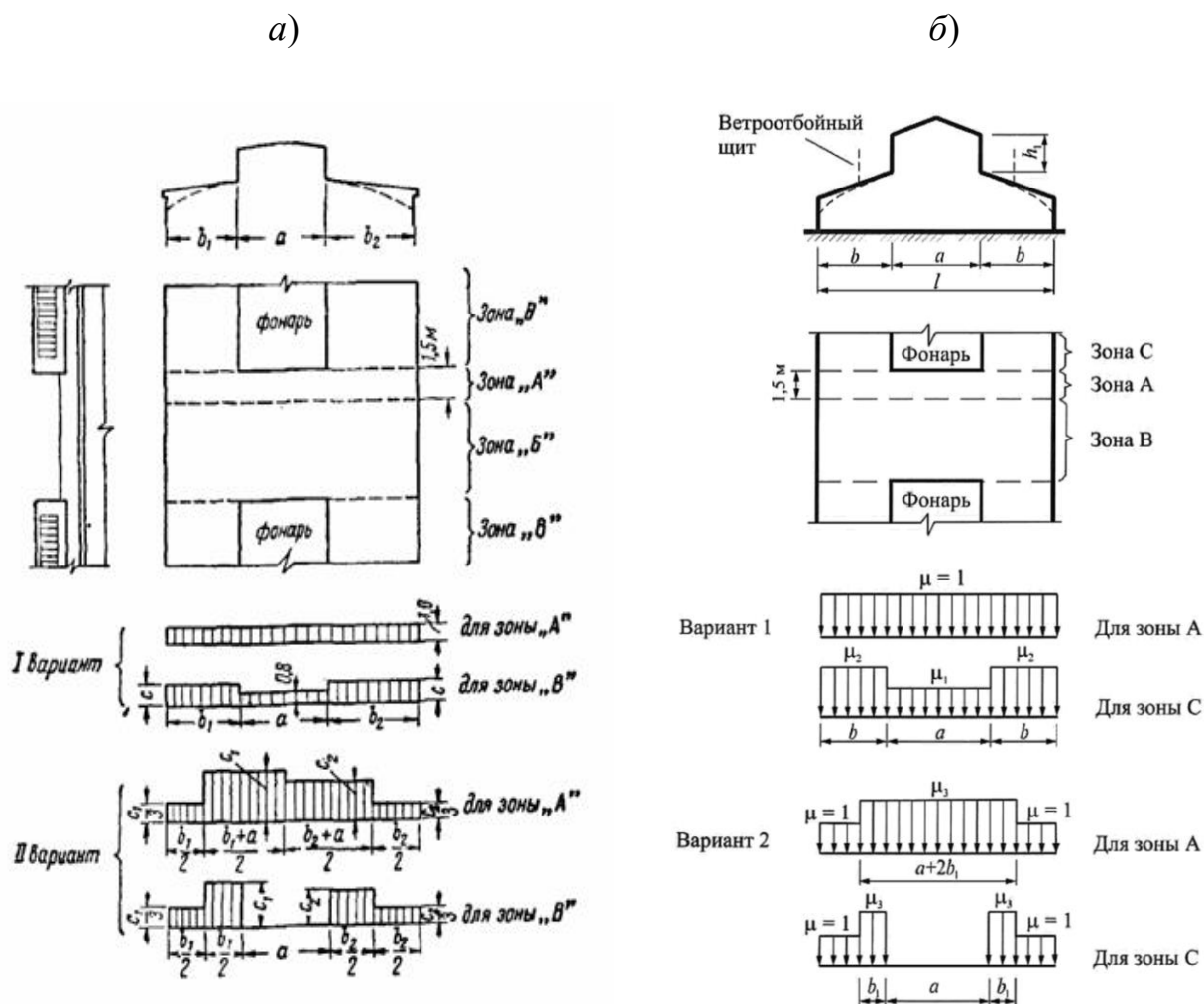
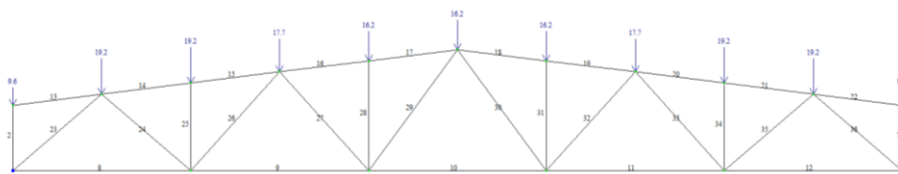


Рисунок 1 – Схемы распределения снеговой нагрузки по покрытию с продольным фонарем по рекомендациям СНиП II-A.11-62 (а) и СП 20.13330.2026 (б)

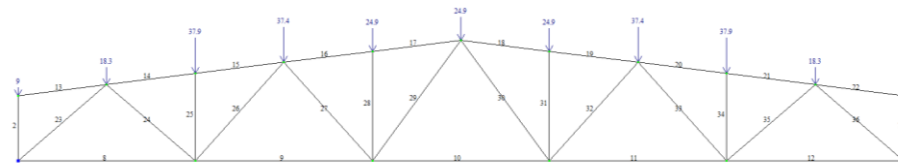
Анализ приведенных схем распределения снеговых нагрузок по нормативным документам 1962 года разработки [1] и 2016 года [2] показал, что отличаются не только численные значения коэффициентов формы («с» - в СНиП II-A.11-62 и « μ » - в СП 20.13330.2026), но и размеры зон с разными коэффициентами. Например, ширина боковых зон с повышенными отложениями снега в СНиП не зависит от высоты фонаря и принимается равной половине ширины свободного от фонаря участка покрытия, а по СП размер этих зон принимается равным высоте фонаря.

Для ответа на вопрос, насколько принципиальными являются выявленные отличия в схемах приложения снеговой нагрузки по различным нормативным документам, в программном комплексе ЛИРА САПР был выполнен статический расчет однопролетной двухскатной стропильной фермы пролетом 30 метров с продольным фонарем шириной 12 метров и высотой 3,4 метра, расположенной непосредственно под торцом фонаря (рисунок 2). Шаг ферм принимался равным шести метрам. Для корректного сравнения полученных результатов, численные значения снеговых нагрузок на покрытие без учета коэффициентов формы условно принимались для обоих нормативных документов одинаковыми и равными одному килопаскалю. Рассматривались оба варианта нагружения, рекомендуемые СП 20.13330.2016 [2] и второй вариант нагружения снеговой нагрузкой по СНиП II-A.11-62 [1] (рисунок 1). Первый вариант снеговой нагрузки по СНиП не рассматривался, так как он полностью идентичен аналогичному варианту по СП.

а) Вариант I



Вариант II



б)

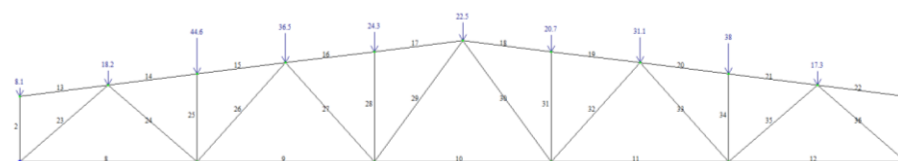


Рисунок 2 – Расчетные схемы приложения снеговой нагрузки к несущей стропильной ферме под торцом фонаря в программном комплексе ЛИРА САПР: а – по рекомендациям СП 20.13330.2016 [2]; б – по рекомендациям СНиП II-A.11-62 [1]

Результаты определения продольных усилий в элементах стропильной фермы от различных схем приложения снеговой нагрузки приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значения продольных усилий в элементах стропильной фермы с фонарем от снеговой нагрузки по различным нормативным документам, кН

Наименование элемента	Номер элемента	Нормативный документ и вариант нагрузки			
		СП [2] Вариант I	СП [2] Вариант II	СНиП [1] Вариант II	При $\mu=1$
Верхний пояс	17,18	-170	-291	-279	-177
Нижний пояс	10	166	287	280	171
Раскосы	23, 36	-123	-200,3	-199,5	-124
	24, 35	66	125,3	124,7	68,6
	26, 33	-32,3	-59	-51,9	-36
	27, 32	4,34	1,8	-4,7	6,9
	29, 30	16	29,1	34,3	15,9
Стойки	2,7	-9,8	-9,3	-8,4	-9
	25, 34	-19,2	-37,9	-44,5	-18
	28, 31	-16,1	-24,7	-24,1	-18

Анализ полученных результатов показывает, что рекомендации действующего СП [2] являются более жесткими по сравнению со СНиП [1]: значения продольных усилий от снеговой нагрузки, определенной по варианту II рекомендаций СП, в основном превышают соответствующие усилия, полученные от нагрузок по СНиП на 2,4% ÷ 15,2%. Превышение абсолютного значения продольного усилия от нагрузки по СНиП над усилием от нагрузки по СП в стойке 25 фермы на 14,8% компенсируется увеличением нормативных значений веса снегового покрова для снеговых районов: например, для третьего снегового района, к которому относится город Оренбург и прилегающие к нему территории, нормативная снеговая нагрузка увеличена в 1,25÷1,5 раза по сравнению с нагрузкой, определяемой для этого же района по СНиП II-A.11-62.

Сравнение результатов определения усилий от снеговой нагрузки по двум вариантам, рекомендуемым СП [2], выявило существенное превышение усилий от второго варианта нагрузки над первым вариантом. Исключением из этой закономерности является продольное усилие в раскосе 27, расположенном в средней части стропильной фермы, значение которого для первого варианта снеговой нагрузки составляет 4,34 кН, что в 2,4 раза превышает значение для второго варианта нагрузки в 1,8 кН.

Безусловно, формально следует в любом случае рассчитывать стропильную ферму на два варианта снеговой нагрузки. Однако, если обратить внимание на малую величину продольного усилия в указанном раскосе и учесть

то обстоятельство, что расчет фермы на равномерно распределенную снеговую нагрузку на покрытие при значении коэффициента формы равно единице (правый столбец в таблице 1), дает численные значения многих усилий очень близкие к значениям усилий от первого варианта снеговой нагрузки и при этом, значение расчетного усилия в раскосе 27 превышает аналогичное значение для обоих вариантов нагрузки по СП, можно рекомендовать для практических расчетов стропильных ферм с фонарем рассматривать снеговую нагрузку на покрытие по второму варианту, рекомендуемому СП [2], и, для выявления наибольшего значения усилия в раскосах средней части конструкции, - равномерно распределенную нагрузку по покрытию с коэффициентом формы $\mu = 1$. Такой подход снизит трудоемкость выполнения расчетов и не приведет к существенному завышению несущей способности элементов эксплуатируемых стальных стропильных ферм.

Наряду с этим, следует обратить внимание на отрицательное значение продольного усилия в раскосе 27 при определении снеговой нагрузки по рекомендациям СНиП [1] из-за несимметричной схемы распределения нагрузки по пролету конструкции, что приводит к ужесточению требований к предельной гибкости раскоса, с уменьшением ее значения более чем в два раза. А с учетом того, что при небольших значениях усилий от постоянной нагрузки знак расчетного суммарного усилия может сохраниться и подбор сечения будет осуществляться по предельной гибкости, это приводит к значительному увеличению размеров сечения рассматриваемого элемента и повышению его надежности не только в стадии эксплуатации, но и в стадии транспортировки и монтажа. В связи с тем, что в действующем СП [2] несимметричная снеговая нагрузка на покрытие (например, односторонняя) может быть приложена только при уклонах более 20 градусов или на участке шириной менее трети пролета, выявить сжатие в средних раскосах становится практически невозможным, для повышения эксплуатационной надежности стальных ферм следовало бы рекомендовать проектировщикам предельную гибкость указанных раскосов принимать как для сжатых элементов.

Список литературы

- 1 СНиП II-A.11-62 Нагрузки и воздействия. [Электронный ресурс]. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293849/4293849631.pdf> (дата обращения: 07.09.2025)
- 2 СП 20. 13330.2016 (с изм. №1, №2, №3). Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*. [Электронный ресурс]. URL: <https://dwg.ru/dnl/15731> (дата обращения: 07.09.2025)

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ПОПЕРЕЧНОЙ РАМЫ СТАЛЬНОГО КАРКАСА ДВУХПРОЛЕТНОГО ЗДАНИЯ С ФОНАРЕМ НА СРЕДНЕЙ ОПОРЕ

**Никулина О.В. канд. техн. наук, доцент, Руднев И.В., канд. техн. наук,
доцент,**

**Федеральное государственное учреждение высшего образования
«Оренбургский государственный университет», г. Оренбург**

Аннотация: работа посвящена анализу возможных вариантов реализации конструктивных решений узлов сопряжения конструкций покрытия с колоннами при построении расчетной модели поперечной рамы двухпролетного производственного здания с продольным фонарем в программном комплексе APM Civil Engineering V21 и оценке влияния их статических схем на напряженно-деформированное состояние элементов несущих конструкций.

Ключевые слова: поперечная рама, расчетная конечно-элементная стержневая модель, жесткая заделка, шарнирный узел, перемещение, нагрузка, расчетные усилия, напряжения.

При проведении строительной экспертизы зданий и сооружений на предмет оценки их эксплуатационной надежности и долговечности, обязательным является расчет конструкций в лицензионных программных комплексах. Первостепенное значение на этом этапе проведения работ имеет построение расчетной схемы пространственного каркаса или, в случае одноэтажного производственного здания, плоских несущих рам, в состав которых включаются ригели в виде сплошных балок или плоских решетчатых конструкций – стропильных ферм и несущие колонны. При построении геометрических моделей таких рам возникает ряд вопросов: нужно ли при этом включать в состав рам несущие поперечные рамы продольных фонарей и если включать, то какими должны быть статические схемы узлов сопряжения фонарей со стропильными конструкциями, и если фонарь располагается над опорами ферм смежных пролетов, то какими по статической схеме должны быть узлы опирания стропильных ферм на среднюю колонну. Ответы на эти вопросы не совсем очевидны и требуют проведения дополнительных исследований. Такую задачу поставили перед собой эксперты при обследовании стального каркаса двухпролетного одноэтажного производственного здания постройки 70-х годов прошлого столетия. Стропильные фермы неполной двухпролетной рамы – стальные односкатные пролетом 24 метра с уклоном верхних поясов $1/8$, опирающиеся по крайним осям на стены, по средней оси – на колонны. Несущие колонны каркаса – ступенчатые. В покрытии над средней колонной предусмотрен продольный фонарь шириной 12 метров и высотой 4,5 метра.

Для оценки работоспособности несущих элементов стального каркаса, входящих в состав поперечных рам производственного здания, в сертифицированном лицензионном программном комплексе APM Civil Engineering V21 (г. Королев) создана конечно-элементная стержневая модель поперечной рамы, в состав которой кроме несущих колонн и стропильных ферм включена рама продольного фонаря, и выполнен поверочный расчет элементов конструкций с проверкой их прочности, жесткости и устойчивости. Геометрическая схема поперечной рамы приведена на рисунке 1.

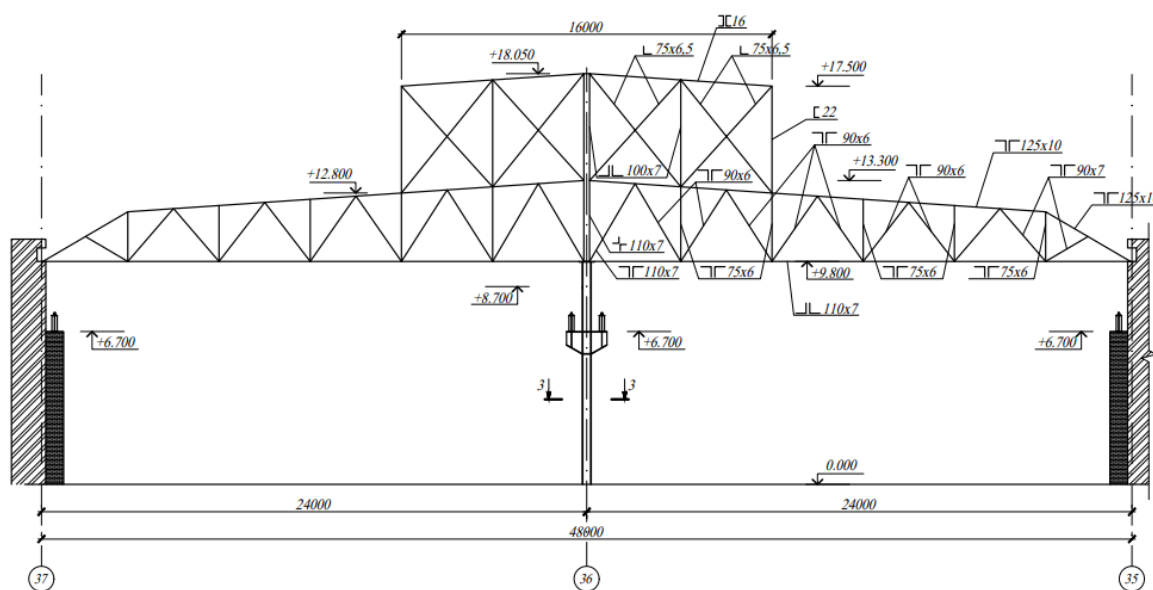


Рисунок 1 – Геометрическая схема поперечной рамы, сформированная по результатам проведения экспертно-обследовательских работ.

При формировании расчетной модели поперечной рамы, были рассмотрены два варианта статических схем узлов сопряжения верхних поясов стропильных ферм с колоннами, а также два варианта конструктивного решения и статической реализации центральных узлов верхнего и нижнего поясов рамы фонаря при условии шарнирного опирания обеих стропильных ферм на центральную колонну.

В качестве первого варианта опорных узлов верхнего и нижнего поясов стропильных ферм на среднюю колонну, были установлены шарнирно неподвижные опоры, позволяющие поворот каждого из узлов относительно оси, перпендикулярной плоскости расположения конструкции и исключающие какое-либо линейное перемещение узлов в плоскости фермы [1]. При таком закреплении поясов стропильных ферм исключается поворот опорных сечений

всей конструкции, что приводит к смене знаков и увеличению абсолютных значений расчетных усилий от действующих нагрузок. Напряжения в отдельных элементах стропильных ферм для принятых размеров поперечных сечений, полученных с учетом выявленных дефектов по результатам проведенного обследования, превысили фактическое значение предела текучести стали конструкций на $2,5 \div 5$ процентов.

В связи с тем, что серией ПК-01-32 [2], по рекомендации которой разрабатывалась проектная документация обследуемого объекта, предусмотрено шарнирное сопряжение ферм с колоннами, был выполнен анализ фактического конструктивного решения опорных узлов ферм на средней колонне, который позволил выявить возможность горизонтальных перемещений узлов опирания верхних поясов стропильных ферм на колонну из-за наличия овальных отверстий шириной 60 мм в верхних накладках, обладающих, при отсутствии вертикальных подкрепляющих элементов и сварных швов, присоединяющих накладки к опорной стойке, повышенной деформативностью, способствующей повороту опорных сечений ферм. Возможность таких перемещений была реализована во втором варианте статической схемы опорного узла верхнего пояса каждой из двух стропильных ферм при построении расчетной модели поперечной рамы. В качестве опоры для верхних поясов ферм были приняты шарнирно подвижные опоры с возможностью линейного перемещения по горизонтальной оси и поворота относительно оси, перпендикулярной плоскости расположения стропильных ферм.

Узлы соединения стоек фонаря с верхними поясами стропильных ферм в обоих реализованных моделях поперечной рамы (с шарнирно неподвижными и шарнирно подвижными опорами в верхнем и нижнем поясах стропильных ферм), принимались шарнирными. Но только таких условностей при построении расчетной модели поперечной рамы каркасного здания оказалось недостаточно. Центральная стойка фонаря, при условии обеспечения совместной работы отдельных элементов ее сечения, создавала препятствия для линейного смещения верхних опорных узлов стропильных ферм и превращала расчетную схему стропильных ферм в составе поперечной рамы в схему, аналогичную первому варианту расчетной модели с шарнирно неподвижными узлами опирания верхних и нижних поясов обеих ферм.

Для создания расчетной модели поперечной рамы каркаса двухпролетного производственного здания, исключая влияние конструкций фонаря на расчетную схему стропильных ферм с шарнирным опиранием на колонну, в расчетной схеме рамы фонаря центральную стойку представили в виде двух независимых стержней, шарнирно опертых на верхний пояс фермы. Результат реализации описанной модели поперечной рамы в программном комплексе АРМ

Civil Engineering V21, с численными значениями эквивалентных напряжений по Мизесу приведен на рисунке 2. Уровень полученных напряжений в элементах стропильных ферм от действующих расчетных нагрузок соответствует ожидаемым значениям напряжений для усилий, приведенных в Серии ПК-01-32 [1].

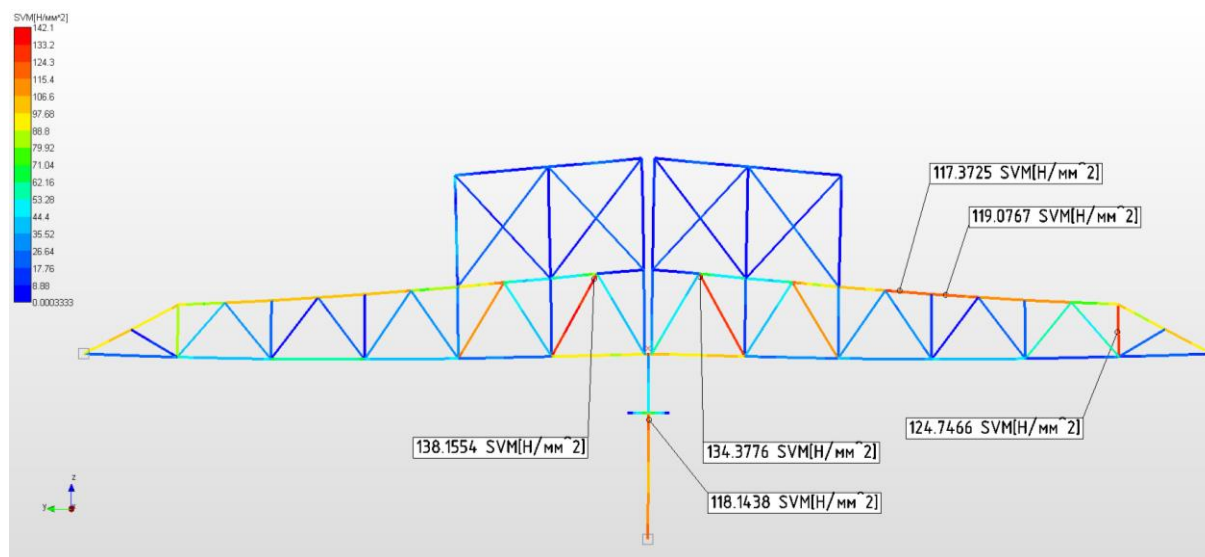


Рисунок 1 – Результаты оценки эквивалентных напряжений в элементах стропильных ферм в лицензионном программном комплексе APM Civil Engineering V21, Н/мм²

Полученные результаты выполненных расчетов позволяют сделать следующие выводы:

- при формировании расчетной модели поперечной рамы стального каркаса одноэтажного производственного здания с фонарем над колоннами среднего ряда для шарнирного опирания ферм на колонны, расчетную схему рамы фонаря следует рассматривать как две независимых симметричных относительно оси колонны среднего ряда рамы с шарнирным сопряжением их узлов с узлами верхних поясов ферм;

- для упрощения расчета стропильных ферм в таких зданиях, можно исключить конструкцию фонаря из расчетной модели поперечной рамы, приложив к узлам ферм дополнительные нагрузки от собственного веса конструкций фонаря с ограждением и ветровые нагрузки, действующие на продольные ограждающие конструкции фонаря.

Список литературы

2 Замрий А.А. Проектирование и расчет методом конечных элементов в среде APM Structure 3D. – М.: Издательство АПМ.2010. – 376 с. ISBN 5-901346-06-8

3 Серия ПК-01-32 Облегченные стальные конструкции ферм для покрытий промышленных зданий с уклоном рулонной кровли 1/8 пролетами 24, 30 и 36 метров. Выпуск II. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gostrf.com/normadata/1/4293818/4293818044.pdf> (дата обращения: 10.09.2025)

СОВРЕМЕННАЯ ДОРОЖНАЯ РАЗМЕТКА

**Оденбах И.А., кандидат педагогических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: Статья посвящена обзору горизонтальной и вертикальной дорожной разметки и пояснению их значений. Также рассказывается о применяемых цветах в современной дорожной разметке. Представлены виды современной дорожной разметки.

Ключевые слова: автомобильная дорога, дорожная разметка, цвета разметки, виды разметки, горизонтальная разметка, вертикальная разметка.

Во время движения по автомобильной дороге необходимо обращать внимание на знаки и разметку.

Дорожная разметка – это линии, схематические знаки и надписи, которые наносятся на дорожное покрытие и близлежащие элементы инфраструктуры для информирования участников дорожного движения о правилах, режимах движения и ограничениях, действующих на отдельных участках трассы.

Дорожная разметка помогает пешеходам и водителям ориентироваться за рулём транспортного средства и обеспечивает безопасность на автомобильной дороге. Дорожную разметку классифицируют по типу, способу нанесения, формам и размерам. Нумерация разметки соответствует ГОСТ Р 51256-2011.

Согласно правилам дорожного движения (ПДД) разметка на автомобильной дороге бывает белая, чёрная, жёлтая, красная, синяя, оранжевая и зелёная. Чаще применяют белый, чёрный, оранжевый и жёлтый цвета. Оранжевый цвет означает, что разметка временная.

Если на дорожное покрытие нанесены разметки нескольких цветов, то необходимо руководствоваться оранжевыми знаками. Временную разметку обычно наносят при выполнении дорожных работ, например, чтобы освободить одну или несколько полос от транспортных средств или изменить схему движения на участке автомобильной дороги. Если на полотне автомобильной дороги видно несколько противоречащих друг другу линий, то приоритет у оранжевой разметки.

Для удобства разметка на автомобильных дорогах обычно дублирует дорожные знаки. Игнорирование этого символа на асфальте автомобильной дороги приравнивают к невыполнению требований соответствующего дорожного знака.

Дорожные разметки бывают двух видов – горизонтальная и вертикальная.

Горизонтальную разметку на автомобильных дорогах считают основной маркировкой для пешеходов и водителей. Вся разметка, которая нанесена непосредственно на автомобильную дорогу, называется горизонтальная. Горизонтальная разметка на автомобильных дорогах устанавливает порядок движения и помогает пешеходам и водителям понимать правила дорожного

движения (ПДД). На автомобильных дорогах горизонтальную разметку наносят на проезжую часть в виде линий, стрел, надписей, пиктограмм и пр. обозначений.

Горизонтальная разметка на автомобильных дорогах бывает временной или постоянной. Постоянная горизонтальная разметка на автомобильных дорогах имеет белый цвет (кроме некоторых линий), а временная горизонтальная разметка – оранжевый цвет. Жёлтую горизонтальную разметку на автомобильных дорогах применяют для запрещения остановок или стоянок транспортных средств. Иногда жёлтая горизонтальная разметка на автомобильных дорогах разрешает останавливаться только городским и маршрутным такси.

Рассмотрим основные типы и назначение горизонтальной разметки.

Рассмотрим основные типы и назначение горизонтальной разметки на автомобильных дорогах. Непрерывная длинная линия 1.1, представленная на рисунке 1, отделяет полосу от встречного движения транспортных средств, разделяет полосы попутного движения там, где запрещено менять ряд: на некоторых мостах и перекрёстках, поворотах, транспортных развязках, подъёмах. Разметку парковок во дворах и разметку на уличных парковках производят такой же линией 1.1. Запрещено пересекать черту 1.1 запрещено.



Рисунок 1 – Линия 1.1

В разметке 1.5, представленной на рисунке 2, каждая черта втрое короче, чем расстояние до следующей черты. Разметка 1.5 обозначает границы полос движения при наличии двух и более полос, которые предназначены для движения в одном направлении. Пересекать эту линию можно с любой стороны, но, если манёвр будет безопасным и не создаст помех другим участникам движения.



Рисунок 2 – Разметка 1.5

Белая разметка 1.7, представленная на рисунке 3, помогает не сбиться со своей траектории на перекрёстке при повороте. Также разметка 1.7 обозначает

зону парковки. Если разметка 1.7 синего цвета, то это значит, что парковка платная. Разметку 1.7 можно пересекать с любой стороны, если при этом не будут нарушены другие правила.



Рисунок 3 – Разметка 1.7

Для улучшения видимости элементов дорожного обустройства их раскрашивают под «зебру». Это и есть вертикальная дорожная разметка – сочетания белых и черных полос, которые наносят на дорожные знаки, столбы, бордюры и пр. объекты.

Вертикальная разметка показывает границы конструкций, которые расположены вплотную к проезжей части. С помощью этих обозначений автомобилисты могут точно и быстро ориентироваться во время движения. Чтобы разметку было заметно в тёмное время суток, в краску добавляют специальные светоотражающие компоненты. Это полезно в темноте, во время дождя, снегопада, тумана.

Разметка 2.1.1, 2.1.2 и 2.1.3, представленная на рисунке 4, обозначает элементы дорожных сооружений (опор мостов, торцовых частей парапетов, опор путепроводов и др.), когда они представляют опасность для движущихся транспортных средств.

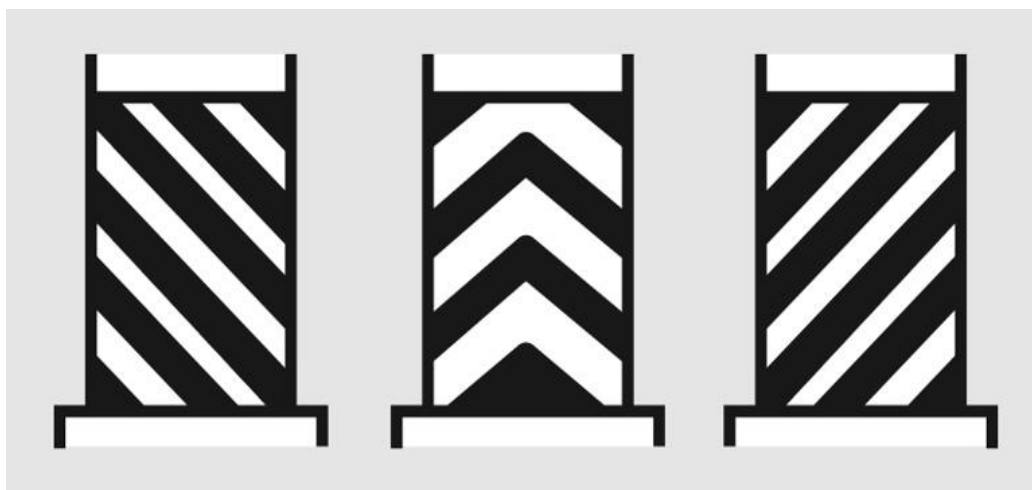


Рисунок 4 – Разметка 2.1.1, 2.1.2 и 2.1.3

Разметка 2.2, представленная на рисунке 5, обозначает нижний край пролётного строения тоннелей, путепроводов, мостов.



Рисунок 5 – Разметка 2.2

Разметкой 2.5, представленной на рисунке 6, обозначают боковые ограждения в сложных местах. Например, на крутых поворотах, транспортных развязках, спусках и прочих опасных участках.

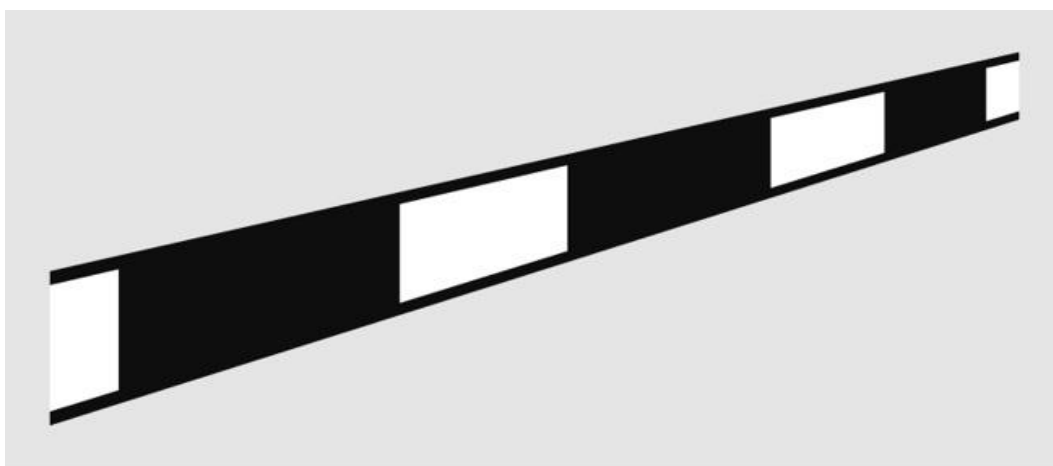


Рисунок 6 – Разметка 2.5

Разметка 2.7, представленная на рисунке 7, обозначает бордюры на опасных участках и возвышающиеся островки безопасности. Разметку 2.7 наносят на расстоянии менее одного метра от проезжей части.

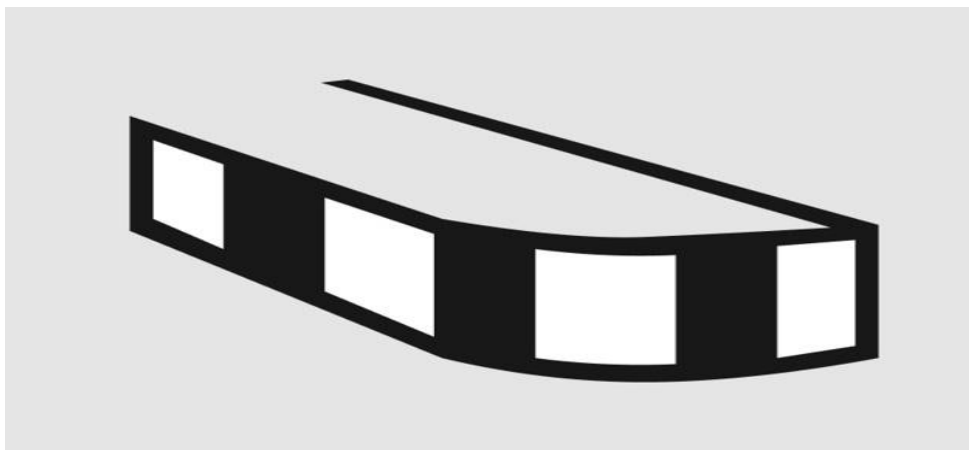


Рисунок 7 – Разметка 2.7

Список литературы

1. Электронный источник :

<https://www.autonews.ru/news/65e6d6be9a794726f37272d7?from=copy>

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕТОЧНОГО СМАРТ-ОКНА С ОПТИЧЕСКИМ ФИЛЬТРОМ

Оденбах И.А., кандидат педагогических наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»;
Научно-исследовательский институт строительной физики Российской
академии архитектуры и строительных наук (НИИСФ РААСН), г. Москва

Аннотация: Статья посвящена численному моделированию геометрических параметров оптического фильтра с двумя поверхностными тонкоплёночными решётками, сформированными поглощающими, рассеивающими или отражающими параллельными полосами из хромогенных или других материалов, которые чередуются с направленно пропускающими полосами (необработанная поверхность из чистого стекла). Такой фильтр с решётками, которые расположены на обеих поверхностях одинарного остекления или на внутренних поверхностях камеры двойного или тройного остекления, обеспечивает угловое селективное светопропускание смарт-окна без применения жалюзи, штор и подобных устройств.

Ключевые слова: численное моделирование, смарт-окно, решёточный оптический фильтр, солнечная радиация, направленное светопропускание.

В последние десятилетия для обеспечения комфортного дневного освещения, инсоляции и теплового режима в помещениях достаточно широко применяют смарт-окна. Наряду с появившимися ранее теплосберегающими низкоэмиссионными *e*-стёклами [1], расширяется применение хромогенных материалов, которые используют в тонкоплёночных покрытиях, изменяющих светопропускание смарт-окон в зависимости от температуры окружающей среды (термохромные [2] и термотропные [3] материалы), интенсивности коротковолнового видимого и ультрафиолетового диапазона солнечного излучения (фотохромные [4]) и приложенного внешнего напряжения (электрохромные [5]). Эти современные смарт-окна являются важным компонентом для повышения энергоэффективности зданий [6, 7].

Известные тонкоплёночные решёточные покрытия имеют периоды решёток порядка от сотен нанометров в волоконных брэгговских решётках [10] до субмиллиметров в длиннопериодных волоконных решётках [11]. Явления, которые возникают в решётках с такими периодами, описываются законами физической оптики. Что касается углового регулирования светопропускания окон, рассматриваемых в данной статье, то размеры используемых элементов затенения (ширина ламелей жалюзи, ширина полос жалюзи-зебр и пр.) составляют порядка миллиметров и десятков миллиметров и происходящие явления можно рассматривать исключительно в пределах геометрической оптики, т. е. явлениями дифракции, дисперсии и т. п. возможно пренебречь.

Ширины пропускающих полос c_1 и c_3 и непропускающих полос c_2 и c_4 входной и выходной решёток влияют на коэффициент светопропускания окна. Периоды двух решёток равны: $c_1 + c_2 = c_3 + c_4$. Характеристический угол фильтра

показывает смещение решёток друг относительно друга. Оптимальный угол наклона решёток фильтра, определяемый специальным методом [14], адаптирует характеристику светопропускания окна к траектории движения Солнца относительно него. Параметры фильтра рассчитываются для оптимизации угловой селективной фильтрации прямого солнечного излучения путём минимизации направленного светопропускания окна в заранее установленную дату и время суток с учётом ориентации окна по сторонам света, широты здания, сезонного и суточного распределения интенсивности солнечного излучения [14, 16].

Угол наклона γ решёток фильтра, определяемый таким алгоритмом, адаптируется к траектории движения Солнца относительно окна и подходит для окон с любым остеклением (одинарным, двойным или тройным), а также для изготовления устройств с наклонными элементами затенения, например, жалюзи-зебр с наклонными полосами.

Координаты x и y следов точки падения луча солнца на входную поверхность фильтра на его выходной поверхности показаны на рисунке 1.

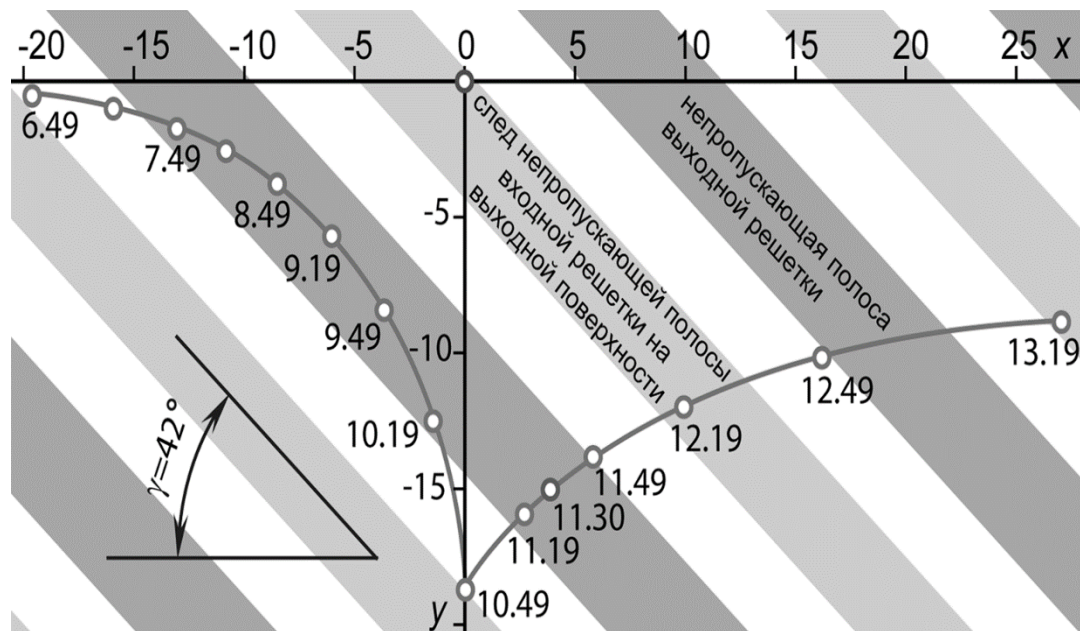


Рисунок1 – Координаты следов точки падения солнечного луча на входную поверхность фильтра на его выходной поверхности

Расположение пропускающих полос выходных решёток и следов непропускающих полос входных решёток на поверхности выходных решёток показаны на время 11 часов 30 минут. Координаты для одинарного остекления определяются [16] по формулам:

$$x = s \tan \left[\alpha \arcsin (\sin \Theta / n) / \Theta \right]; \quad (1)$$

$$y = - \left\{ s \tan \left[\arcsin (\sin \Theta / n) - \left| \alpha \arcsin (\sin \Theta / n) / \Theta \right| \right] / \cos \left[\alpha \arcsin (\sin \Theta / n) / \Theta \right] \right\}$$

где s – толщина стекла; α – азимут Солнца, который измерен от перпендикуляра к окну (разность между азимутами окна и Солнца в данный момент времени); n – показатель преломления стекла; Θ – угол падения солнечного луча на окно.

Для окна с двойным остеклением (а также для окна с тройным остеклением, когда обе решётки фильтра расположены в одной из двух оконных камер) координаты определяются [14] по формулам:

$$\begin{aligned} x &= s \tan \alpha; \\ y &= -\left[s \tan(\Theta - |\alpha|) / \cos \alpha \right]. \end{aligned} \quad (2)$$

Ширины полос и, следовательно, периоды решёток будут увеличиваться с уменьшением среднего угла падения. При одном и том же среднем угле падения ширины полос и периоды решёток увеличиваются с уменьшением коэффициента светопропускания.

Выводы. На основе проведенных ранее исследований в статье кратко описаны устройство решётчатого оптического фильтра для смарт-окон с угловым селективным светопропусканием и методы расчёта его геометрических параметров. Фильтр состоит из двух поверхностных тонкоплёночных решёток, сформированных непропускающими параллельными полосами из хромогенных или других материалов, чередующимися с направленно пропускающими полосами. Впервые проведено численное моделирование таких параметров фильтра, как угол наклона полос решёток на поверхностях окна, ширины полос обеих решёток и характеристический угол фильтра, показывающий относительное расположение двух решёток.

Решётчатые оптические фильтры с оптимизированными геометрическими параметрами обеспечивают угловое селективное светопропускание смарт-окна без использования жалюзи, штор и подобных устройств перераспределения света и повышают комфортность дневного освещения, инсоляционного и температурного режима в помещении.

Список литературы

1. Berning P.H. Principles of design of architectural coatings // Appl. Opt. 1983. No. 22. P. 4127-4141.
2. Jia C., Wu Z., Wua X., Wanga J., Goua J., Huang Z., Zhoua H., Yaoa W., Jiang Y. Al-doped VO₂ films as smart window coatings: Reduced phase transition temperature and improved thermochromic performance // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2018. No. 176. P. 174-180.
3. Gladen A.C., Davidson J.H., Mantell S.C. The effect of a thermotropic material on the optical efficiency and stagnation temperature of a polymer flat plate solar collector // ASME J. Sol. Energy Eng. 2014. No. 137 (2). 021003.
4. Hocevar M., Krasovec U.O. A photochromic single glass pane // Sol. Energy Mater. Sol. Cells. 2018. No. 186. P. 111-114.

5. Chang-Jian C.-W., Cho E.-C., Yen S.-C., Ho B.-C., Lee K.-C., Huang J.-H., Hsiao Y.-S. Facile preparation of WO₃/PEDOT:PSS composite for inkjet printed electrochromic window and its performance for heat shielding // *Dyes and Pigments*. 2018. No. 148. P. 465-473.
6. Casini M. *Smart Buildings: Advanced Materials and Nanotechnology to Improve Energy-Efficiency and Environmental Performance*. Woodhead Publishing. 2016.
7. Desideri U., Asdrubali F. *Handbook of Energy Efficiency in Buildings*. First ed. Butterworth-Heinemann. 2018.
8. Fernandes L.L., Lee E.S., McNeil A., Jonsson J.C., Nouidui T., Pang X., Hoffmann S. Angular selective window systems: Assessment of technical potential for energy savings // *Energy and Buildings*. 2015. No. 90. P. 188-206.
9. Luecke G.R., Slaughter J. Design, development, and testing of an automated window shade controller // *ASME J. Sol. Energy Eng.* 1995. No. 117 (4). P. 326-332.
10. Mohanchandra K.P., Karnani S., Emmons M.C., Richards W.L., Carman G.P. Thin film NiTi coatings on optical fiber Bragg sensors // *Appl. Phys. Lett.* 2008. No. 93. 031914.
11. Villar I.D., Matias I.R., Arregui F.J. Deposition of coatings on long-period fiber gratings: tunnel effect analogy // *Opt. Quant. Electron.* 2006. No. 38. P. 655-665.
12. Закируллин Р.С. Селективное регулирование направленного светопропускания по углам падения лучей // *ЖТФ*. 2012. Том 82 (10). С. 134-136.
13. Закируллин Р.С. Оптический фильтр с угловой селективностью светопропускания // *Оптический журнал*. 2013. Том 80 (8). С. 16-24.
14. Закируллин Р.С., Оденбах И.А. Оптимизированная угловая селективная фильтрация прямого солнечного излучения // *Известия вузов. Строительство*. 2018. № 10. С. 91-97.
15. Закируллин Р.С., Оденбах И.А. Смарт-окно с решёточным оптическим фильтром для динамического контроля дневного освещения // *Известия вузов. Строительство*. 2019. № 12. С. 96-107.

МЕТОДЫ, ИНСТРУМЕНТЫ И ПРИЁМЫ ДРЕВНИХ СТРОИТЕЛЕЙ

**Олефиренко Т. Д., Гурьева Ю. А., канд. техн. наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет», г. Санкт-Петербург**

Аннотация: Описаны приёмы и методы древних строителей при возведении крупных и сложных сооружений.

Ключевые слова: архитектура, древние постройки, методы строительства, древние строительные инструменты

Введение. Древние постройки (Храм Кайласа, египетские пирамиды и др.) до сих пор поражают современного человека возможностями древних строителей (величина сооружений, сложность конструкций, точность производства работ и пр.). Возникает вопрос: как люди без современных технологий и машин смогли такое построить? Раньше этот вопрос часто порождал псевдонаучные догадки. Но сегодня ученые подходят к нему серьезно. Задача не в том, чтобы удивляться отсутствию современных технологий, а в том, чтобы понять и восстановить те древние методы и хитрости, которые они использовали, даже если они не были записаны.

Цель исследования. Выявить и систематизировать, какие именно знания, ресурсы и методы позволяли древним обществам вести такое сложное строительство.

Проведённое исследование.

В эпоху неолита появились каменные орудия, которые позволили повысить производительность труда. Примером организации поселения того времени является трипольское поселение Коломийщина-1 (III-II тыс. до н. э.) в Приднепровье (рис. 1). Его большие дома (до 30 м в длину) были расположены двумя концентрическими кругами, которые служили для оборонительных целей.

В бронзовом веке произошло распространение металлических орудий. Широкое развитие получили мегалитические сооружения (постройки из крупных каменных глыб), служившие преимущественно для религиозных обрядов и увековечивания памяти. Среди них выделяют три основных типа: менгиры, дольмены и кромлехи.



Рисунок 1 - Коломийщина-1

Менгиры – вертикально установленные камни, достигающие иногда очень больших размеров. Это ритуальные памятники или монументы одиночные или группы. Иногда менгиры встречаются в сочетании с дольменами (сооружениями из нескольких вертикальных камней, поддерживающих горизонтальную каменную плиту). Дольмены служили чаще всего погребальными камерами и одновременно надгробными памятниками. Дольмены первоначально были небольших размеров около 2 м в длину и около 1,5 м в высоту, но также встречаются и более крупные, с подходами в виде каменных галерей.

Кромлех в Стоунхендже (Англия) представляет собой круг диаметром 30 м из вертикально поставленных камней, перекрытых горизонтальными плитами (рис. 2). Внутри находятся два кольца из небольших камней, а между ними – попарно расставленные высокие блоки с плитами, организующие центр пространства.

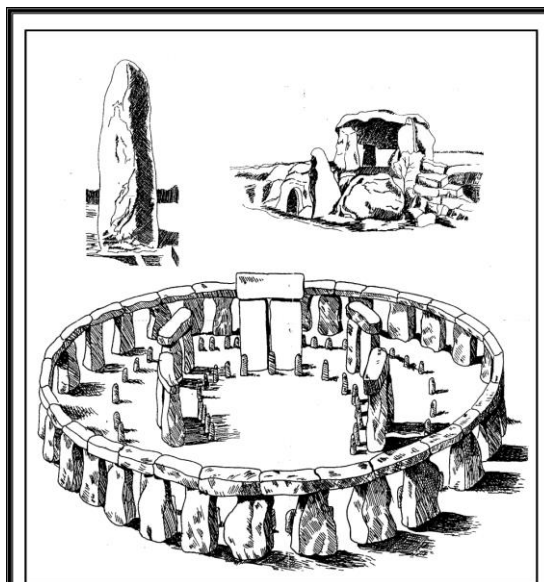


Рисунок 2 - Кромлех, Дольмен, Менгиры

Курганы – распространенный вид сооружений мемориального характера. Засыпка землей образовывала курганный холм, часто значительной высоты.

Примером срубного кургана может служить Пазырыкский курган в горном Алтае (рис. 3).

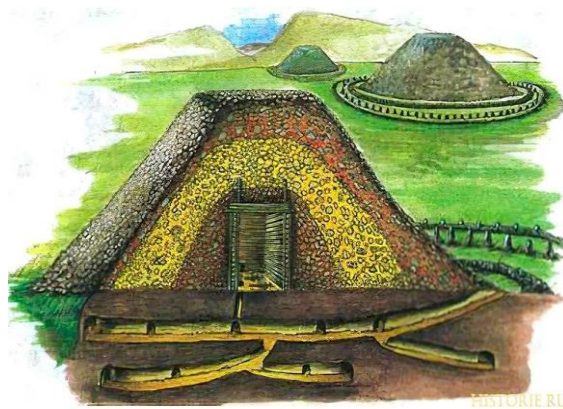


Рисунок 3 - Курган

Наряду с мемориальными и ритуальными постройками на поздних этапах развития первобытного общества появился новый тип архитектурных сооружений – каменные и деревянные крепости.

Характерны так называемые циклопические крепости, стены которых выложены из огромных глыб камня. В районах, бедных камнем, но изобилующих лесами, распространились поселения «городища», укрепленные бревенчатыми оградами, земляными валами и рвами. Первоначально крепости имели одну оборонительную стену, позже внутри крепости могла возводиться вторая стена вокруг цитадели – местопребывания вождя общины и родовой знати [1].

Пирамиды Египта (2600–2500 г.г. до н.э.) идеально ориентированы по сторонам света.

Как жители Индии высекли храм сверху вниз, 200 000 тонн скальной породы. Строительство Храма Кайласа (рис. 5) велось в VIII веке (примерно между 757 и 783 годами). Это крупнейший в мире монолитный комплекс). Жители Индии высекли храм сверху вниз, (200000 тонн скальной породы). До сих пор точно не известно, как именно с такой точностью, без современных технологий, можно было вырубить такой комплекс. Процесс занял бы (по разным оценкам) от 18 до 100 лет непрерывного труда тысяч рабочих [2].



Рисунок 4 – Храм Кайласа

Важнейшим стимулом развития строительной техники в Египте была постоянная необходимость в ирригационных сооружениях. Древнегреческий историк Геродот повествует, что на строительстве пирамиды Хеопса в Египте были заняты 100 тыс. человек, состав которых из-за высокой смертности каждые три месяца обновлялся.

Результаты проведенного исследования. Существует предположение, что египтяне ориентировались по сторонам света, используя наблюдение за звездами – привязка к положению двух звезд. Египтолог Кейт Спенселл предложил остроумный и простой метод – «метод окружности». В качестве инструментов использовались деревянный колышек и веревка. В процессе работы сс: вкапывался колышек, к нему привязывалась веревка. На закате астроном отмечал точку, где тень от колышка касалась окружности, нарисованной этой веревкой. На рассвете он делал то же самое. Для определения севера проводилась линия между этими двумя точками. Биссектриса этой дуги указывала истинный север, а не магнитный. Это давало высочайшую точность. Погрешность в $1/30$ градуса у пирамид – следствие не точности метода, а небольшого смещения самой Земли за тысячи лет.

Для решения многих задач проводилось наблюдение за Полярной звездой. Во времена Древнего Царства Полярной звездой была не та, которую так называю в современное время (альфа Малой Медведицы), а другая – Тубан (альфа Дракона). Наблюдая за ее вращением, можно было также определить север.

Прямые линии, уровни, углы. Здесь египтяне использовали набор простых, но гениальных инструментов, многие из которых были найдены археологами.

Отвес. Использовался простейший инструмент (грузик на веревке) для определения вертикали. Совершенно неизменный и точный.

Водяной уровень. Для создания идеальной горизонтали использовались канавки, заполненные водой. По принципу сообщающихся сосудов вода всегда стремится к одному уровню.

Деревянные угольники использовались для построения прямых углов. Интересно, что они знали о «египетском треугольнике» – прямоугольном треугольнике с соотношением сторон 3:4:5. Если выложить веревку с узелками в таком соотношении, можно получить идеальный прямой угол.

Натянутые веревки, натертые пигментом, применялись для проведения Их натягивали между кольями.

Археологи регулярно находят древние инструменты (медные зубила, деревянные молоты, отвесы, уровни). Заметна эволюцию мастерства строителей.

Это путь проб, ошибок и накопленного опыта, а не внезапное получение и утеря технологии.

Все задачи древних строителей: резка камня (с помощью медных инструментов, абразивного песка и воды), подъем грузов (с помощью саней, катков, насыпей и рычагов), точные измерения (с помощью астрономии и геометрии) – полностью объяснимы технологиями их времени. Процесс был не быстрым и требовал титанического труда, но был возможен.

Выводы и заключение. Древние постройки появились только благодаря тому что люди максимально эффективно использовали то, что у них было: свои знания, навыки и ресурсы.

Кайлас, пирамиды и другие храмы – это не мистика, а доказательство возможностей человеческого ума, умения работать вместе и находить гениальные решения в сложных условиях.

Их пример показывает, что технологический прогресс — это не прямая линия. В каждую эпоху люди находили свои уникальные и эффективные способы строить, подходящие именно для их времени и возможностей.

Чтобы точно ответить на вопрос «как они это сделали?», исследователям необходимо продолжать изучение этого вопроса, возможно, с проведением практических экспериментов и воссозданием древних условий, объясняя загадки методами точной науки.

Список литературы

1. Гуляницкий, Н. Ф. История архитектуры / Н. Ф. Гуляницкий // Инженерно-строительный институт им. В. В. Куйбышева. Центральный научно-исследовательский институт теории и истории архитектуры. – 1978. – Том 1. – 255 с.

2. Храм «Кайлаш» — сокровище Эллары. Индия / Тайны древних цивилизаций // 2025. – [Электронный ресурс]. – URL:<https://zhitanska.com/content/hram-kailash-sokrovische-ellory-indiya/>

МЕТОДЫ УКРЕПЛЕНИЯ ГРУНТА В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

**Парфенова А.А., аспирант, Сеницин Д.А., канд. техн. наук, доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: с целью снижения расхода природного каменного сырья целесообразным является использование возможностей базового основания - грунтов различного происхождения, состава и свойств. Ввиду специфики свойств природных грунтов, при их использовании в качестве основания дорожных одежд необходимо проводить укрепление грунтов для повышения их физико-механических характеристик и обеспечения надежности и долговечности дорожной конструкции в целом. Для этого существуют различные методы укрепления грунтов.

Ключевые слова: дорожное строительство, укрепленный грунт, способы укрепления грунтов, стоимость строительства.

В регионах, испытывающих дефицит в природных каменных материалах для строительства дорожных одежд, наиболее эффективным и доступным способом устройства оснований автомобильных дорог является использование укрепленных местных грунтов [1]. Искусственное закрепление (укрепление) грунта – воздействие на грунт с помощью различных конструктивных и технологических мероприятий, которое повышает его несущую способность и снижает деформации [2]. На сегодняшний день имеется значительное количество методов укрепления грунтов как в строительстве в целом, так и в дорожном строительстве в частности, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки.

Существующие способы укрепления грунтов условно делят на физические, механические и химические. При этом область применения того или иного метода ограничивается принадлежностью грунта к конкретному классу и его разновидностью, а также с учетом функционального назначения укрепленных грунтов [3].

Различные способы укрепления грунтов для дорожных покрытий и оснований, по характеру происходящих при этом основных физико-механических и физико-химических процессов, можно разделить на следующие основные группы, каждая из которых имеет свою область применения:

- 1) Физическое воздействие:
 - а) термическая обработка грунта [4];
 - б) понижение уровня грунтовых вод.
- 2) Механическое воздействие:

а) уплотнение грунта путем пригрузки, вибрирования, трамбования, взрывов;

б) стабилизация гранулометрическими добавками (изменение состава твердой фазы грунта, например, добавление к глинистому грунту щебня, гравия);

в) укрепление грунта с использованием волокнистых материалов: геотекстиля, геосетки, георешетки, либо случайно распределенными волокнами;

г) устройство свайного массива из буронабивных свай.

3) Химическое воздействие:

а) введение неорганических вяжущих (укрепление грунта цементом, известью) путем струйной цементации под давлением в грунтовый массив либо перемешиванием слоев грунта с минеральными вяжущими;

б) введение органических вяжущих (смолизация, битумизация) под давлением в грунтовый массив либо путем перемешивания по плоскости;

в) введение силикатных растворов (силикатизация);

г) введение раствора щелочей (защелачивание).

Также в зависимости от исходного сырья и конечной цели используются комплексные виды стабилизации, т.е. комбинированное применение различных методов: гранулометрические добавки с вяжущими материалами, органические вяжущие с неорганическими веществами, применение солей в комплексе с вяжущими материалами и др.

Среди механических методов укрепления грунта к наиболее дешевым и доступным следует относить уплотнение, заключающееся в механизированном трамбовании. Этот метод предусматривает использование различных механизмов: кулачковые катки, гладковальцовые катки и уплотнители. Механическое укрепление грунта путем трамбования позволяет несущественно увеличить прочность грунта, при этом следует учитывать, что для максимального уплотнения слоя необходимо обеспечивать оптимальную влажность грунта. Как правило указанный метод используют для укрепления несвязных (песчаных, песчано-гравелистых) грунтов при небольшой толщине слоя, в частности для подготовки подстилающего слоя к возведению вышележащих конструктивных слоев основания и покрытия. В данном случае структура грунта не изменяется, что неблагоприятно отражается на устойчивости подстилающего слоя к воздействию внешних факторов [5].

Термическое укрепление грунтов является одним из направлений технической мелиорации – науки, разрабатывающей методы искусственного улучшения свойств грунтов в соответствии с запросами различных видов строительства. Под термическим укреплением понимают изменение механических свойств грунтов непосредственно в условиях строительной площадки в результате воздействия на них высоких температур в течение

некоторого времени [6]. В результате термического воздействия обеспечиваются коренные и необратимые изменения состава, структуры и свойств грунтов.

В случае наличия глинистых, просадочных, техногенных грунтов, эксплуатируемых на территориях со сложными гидрогеологическими климатическими условиями, применяют материалы, относящиеся к семейству геосинтетиков. Геосинтетические материалы представляют собой полотна, состоящие из полимерных компонентов [7]. При этом каждая разновидность семейства геосинтетиков обладает определенными свойствами и функционалом.

Однако к наиболее распространенным грунтам в средней полосе Европейской части России относятся глинистые и суглинистые грунты, отличительной особенностью которых является резкое снижение их физико-механических характеристик при увлажнении. Качественное строительство и обеспечение долговечной эксплуатации дорог при строительстве на таких грунтах возможно только при химическом укреплении грунтов различными типами вяжущих. Основной идеей химического укрепления грунтов является широкое использование местных грунтов как наиболее дешевого и доступного сырья, способного заменить привозные прочные каменные материалы, удорожающие стоимость строительства автомобильных дорог [1]. В связи с тем, что наиболее часто встречаемыми горными породами являются полиминеральные глинистые грунты, их использование в качестве сырья в конструкциях дорожных одежд позволит сократить стоимость строительства, отказавшись от привозных строительных материалов. Однако, для этого необходимо предварительное укрепление грунта, т.е. придание ему нормативной прочности, морозостойкости, водоустойчивости введением определенных добавок.

Примерная классификация и область применения химических методов укрепления грунтов представлены в таблице 1.

В дорожном строительстве широкое применение получило послойное укрепление грунтов с использованием послойного уплотнения путем смешивания с органическими и неорганическими вяжущими. Применение технологии укрепления грунтов позволяет снизить себестоимость и сроки дорожно-строительных работ за счет снижения объемов выемки грунтов, их транспортировки и утилизации, применения минимального количества завозимых инертных материалов, а также повысить капитальность конструкций и увеличение сроков безремонтной эксплуатации объекта за счет формирования основания, мало подверженного морозному пучению, а также постоянного во времени процесс набора прочности конструкции основания и перераспределения нагрузки [8].

Таблица 1 – Химические методы укрепления грунтов

Название метода	Разновидность	Рекомендуемые грунтовые условия
Силикатизация	Однорастворная, двухрастворная, газовая	Пески, пылеватые пески (пывуны), лессовые, проса- дочные грунты
Смолизация	Однорастворная, двухрастворная	Песчаные (средние, мелкие, пылеватые), лессовые грунты
Струйная цементация	Однокомпонентная, двухкомпонентная, трехкомпонентная	Гравелистые, крупные и среднезернистые пески, глины
Цементация (послойная, с последующим уплотнением)	-	Крупнообломочные грунты с размером частиц до 45 мм, пески, супеси, суглинки, техногенные грунты. При цементации глинистых грунтов предварительно следует довести их число пластичности до 17 путем добавления природного песка, песчаного грунта либо введения стабилизаторов
Битумизация	Горячая	Скальные трещиноватые породы
	Холодная	Скальные трещиноватые породы, пески
Защелачивание	-	Глинистые грунты

Полученный в результате химического укрепления местных грунтов материал чаще всего называют грунтобетоном. Под термином «грунтобетон» подразумевается обработка грунта вяжущими материалами совместно с другими добавками функционального назначения (добавки-стабилизаторы) или без них [9].

Одним из методов повышения несущей способности грунтов является их укрепление с использованием шлакощелочных вяжущих, т.е. материалов, образующиеся при смешивании металлургических шлаков и щелочных активаторов. Этот метод применим для укрепления слабых оснований под автодороги, железные дороги, дамбы, а также для стабилизации склонов и откосов [10]. При взаимодействии шлаков со щелочами образуются минералы, которые снижают текучесть и пластичность грунтов и повышают их прочностные характеристики.

Современные методы укрепления грунтов позволяют повысить несущую способность земляного полотна и устойчивость к внешним воздействиям. Комплексный инженерный подход к укреплению основания служит залогом создания качественных и безопасных автомобильных дорог.

1. Буланов, П. Е. Стабилизация глинистых грунтов известью при строительстве земляного полотна автомобильных дорог / П. Е. Буланов, Е. А. Вдовин, И. Б. Бадрутдинов // Автомобильные дороги и транспортная инфраструктура. – 2025. – № 2(10). – С. 49-55.
2. Игошева, Л. А. Обзор основных методов укрепления грунтов основания / Л. А. Игошева, А. С. Гришина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2016. – Т. 7, № 2. – С. 5-21. – DOI 10.15593/2224-9826/2016.2.01.
3. Копылов, И. А. Современные технологии, специальная техника и строительные материалы для устройства оснований и фундаментов / И. А. Копылов // Технологии бетонов. – 2021. – № 5(178). – С. 9-12.
4. Тверитнев, О. Н. Укрепление грунтов при строительстве лесовозных автомобильных дорог : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Тверитнев Олег Николаевич, 2023. – 130 с.
5. Ткачева, И. А. Сравнение методов укрепления оснований автомобильных дорог / И. А. Ткачева // Фундаменты. – 2025. – № 1(19). – С. 13-15.
6. Алькаев, Е. Н. Техническая мелиорация грунтов повышенной влажности / Е. Н. Алькаев, В. В. Сиротюк // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации : Сборник материалов III Международной научно-практической конференции, Омск, 29–30 ноября 2018 года. – Омск: Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ), 2019. – С. 208-211.
7. Комеков, К. Опыт применения геосинтетиков в строительстве: возможности и преимущества / К. Комеков, М. Ишанкулиева, Н. Бердиев // Вестник науки. – 2024. – Т. 3, № 10(79). – С. 1014-1017.
8. Gandymov R. Effectiveness of soil reinforcement methods // Академическая публицистика. 2024. No. 8-2. P. 7–12.
9. Шлычко Р.С., Тлехусеж М.А. Химические методы укрепления грунтов // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2024. № 3. С. 125–130.
10. Применение шлакощелочных вяжущих в технологии струйной цементации для усиления грунтов / А. И. Харченко, В. А. Алексеев, И. Я. Харченко, А. А. Алексеев // Вестник МГСУ. – 2019. – Т. 14, № 6(129). – С. 680-689. – DOI 10.22227/1997-0935.2019.6.680-689.

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

**Сайфутдинова И.С., Терехов И.Г., канд. техн. наук, доцент, Ривкин М.Г.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: Стремительные темпы роста высоких и сверхвысоких зданий и сооружений в различных городах мира и в нашей стране вызывают изменение принципов их проектирования, строительства и мониторинга на этапах возведения и эксплуатации. Это связано с большими вертикальными и климатическими нагрузками на сооружения, необходимостью более эффективного использования материальных ресурсов и сокращения сроков ввода сооружений в эксплуатацию.

Автоматизированный мониторинг зданий и других объектов — это процесс отслеживания состояния сооружений производственного, коммерческого, общественного и жилого назначения с целью контроля за использованием городских территорий, а также за безопасностью расположенных на них элементов.

Область применения автоматизированных программ слежения за состоянием строительного объекта и сооружений того или иного назначения — исследование комплекса значений, как технических, так и эксплуатационных, которые анализируются с целью предотвращения разрушений под воздействием различных факторов.

Ключевые слова: геотехнический мониторинг, мониторинг напряженно-деформированного состояния, автоматизированный мониторинг

В процессе возведения и эксплуатации на здания и сооружения воздействуют колоссальные нагрузки и напряжения, вызванные погодными и климатическими условиями, сейсмическими воздействиями, иными негативными факторами окружающей среды. Как итог, со временем конструкции кренятся, прогибаются, изнашиваются, на них появляются трещины. Для контроля происходящих изменений и прогнозирования их последствий, заблаговременного предупреждения неблагоприятных ситуаций требуется разработка и внедрение комплексной системы мониторинга зданий. Рассмотрим возможность внедрения инновационных технологий в процессы изучения и обследования инфраструктурных конструкций, объектов недвижимости различного назначения [1].

1 мая 2024 года на территории РФ начал действовать новый ГОСТ 31937-2024 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического

состояния». В соответствии с этим документом мониторинг обязателен для зданий и сооружений, которые:

- находятся в зоне влияния природно-техногенных воздействий, строительных работ;
- имеют ограниченно работоспособное техническое состояние: такие объекты нужно постоянно обследовать на предмет аварийности и своевременного прекращения эксплуатации;
- построены по уникальным проектам. Например, автоматизированные системы мониторинга часто внедряют на стадионы, ледовые арены и другие сложные спортивные объекты.
- являются потенциально опасными или стратегически важными: промышленные и военные комплексы и пр.

Во всех других случаях систематический контроль за техническим состоянием зданий сооружений желателен, но необязателен. При этом наиболее удачный этап установки систем автоматизированного учета - этап строительства, когда можно предусмотреть установку датчиков в нужных местах для получения максимального объема полезных данных [2].

Автоматизированные системы мониторинга зданий и сооружений — это обобщенное название внушительного перечня оборудования, предназначенного для отслеживания различных параметров технического состояния контролируемого объекта. Они предусматривают одновременное использование проводных и беспроводных датчиков, которые точно и оперативно собирают, и передают необходимую оператору информацию о:

- температуре и влажности воздуха;
- движении на охраняемой территории;
- открывании дверей и окон;
- вибрациях, давлении;
- кренах, прогибах, ширине раскрытия трещин;
- осадке здания;
- напряжению в арматуре;
- возгорании и задымлении;
- напряжении канатов, например, вантовых мостов.

Автоматизация процессов фиксации, передачи и обработки контрольных показателей построена на использовании активных и пассивных датчиков. Эти приборы фиксируют измеряемую величину и преобразуют ее в сигнал, который считывается блоком контроля. На выверенных точках объекта ставят сразу несколько датчиков, передающих разные сведения [3].

Чаще всего в качестве датчиков используют активные приборы — термометры, барометры, тахеометры, GNSS-приемники, инклинометры. Они

собирают информацию самостоятельно, передавая данные на блок управления автоматизированной системой мониторинга. Пассивные датчики — марки, призмы, отражатели — используются в качестве дополнения к этому оборудованию. Они выступают в качестве маркера, поэтому для снятия информации с пассивного датчика нужен дополнительный прибор — сканер, теодолит, тахеометр.

Зафиксированная активными элементами и снятая с пассивных датчиков информация поступает в блок контроля, который выполняет технический расчет отклонений. Программное обеспечение расшифровывает принятые сигналы и сравнивает полученные данные с контрольными величинами. При критическом расхождении параметров оператор автоматизированного комплекса получает отчет о крене или деформации конструкции, на основании которого принимают решение о проведении ремонтных работ.

Измерительное оборудование может монтироваться на поверхности конструкций, встраиваться в структуру объекта, находиться во влажной среде или других сложных условиях. Сигналы и сведения с датчиков направляются на центральную базовую станцию, где выполняется их анализ специальной компьютерной программой, работающей на серверном оборудовании [2].

В настоящее время на IT рынке России представлены разные варианты программного обеспечения для автоматизированного мониторинга зданий. Ключевые задачи специализированных программ заключаются в:

- сборе информации;
- контроле и управлении различными инженерными системами жизнеобеспечения зданий и сооружений;
- приведение разнородных данных к общему формату, их понятная и удобная для пользователей визуализация.

Применение инновационных технологий в программном обеспечении для автоматизированного мониторинга объектов недвижимости (облачных решений, машинного обучения, искусственного интеллекта, интернета вещей) позволяет легко интегрировать в едином ПО множество систем и сервисов, накапливать данные (bigdata) для последующей предиктивной аналитики.

Развитие и совершенствование современных систем автоматизированного мониторинга зданий и сооружений с использованием технологий искусственного интеллекта и машинного обучения позволяет:

- выявлять закономерности. С помощью методов ИИ и МО у пользователей появляется возможность выявлять скрытые закономерности в больших массивах данных, проводить текстовый анализ, оценку динамики множества технических параметров. Например, уже сегодня алгоритмы кластеризации применяются для выделения групп зданий с похожими характеристиками для составления

максимально точных прогнозов, принятия эффективных управленческих решений относительно дальнейшей эксплуатации объектов.

- составлять прогнозную аналитику. Искусственный интеллект способен предсказывать наступление будущих событий на основе информации о прошлом. В контексте строительства и эксплуатации зданий речь идет о прогнозировании сроков службы, ремонта, замены отдельных компонентов и конструкций, оценку вероятности поломки оборудования и т.д.

- оптимизировать производительность инженерных систем. Например, алгоритмы глубокого обучения будут полезны для автоматической настройки параметров инженерных систем для оптимизации ресурсов.

Внедрение инноваций в автоматизированный мониторинг зданий и сооружений обеспечивает получение множества преимуществ для их владельцев, управляющих и обслуживающих компаний, конечных пользователей:

- лучшее качество управления объектами. Системы мониторинга предоставляют актуальную и детализированную информацию о состоянии всех элементов зданий и сооружений. По результатам анализа полученных данных принимаются решения о необходимости и сроках технического обслуживания и ремонта с целью продления срока эксплуатации.

- повышение безопасности и комфорта эксплуатации сложных инженерных объектов, расположенных в черте крупных населенных пунктов или ближайшем пригороде. При включении в общегородскую инфраструктурную систему специализированных устройств для мониторинга мостов, эстакад и других критически важных сооружений заметно повышается уровень их безопасности за счет своевременного информирования специалистов о состоянии важнейших технических параметров конструкций. Системы мониторинга в режиме реального времени передают сведения операторам эксплуатационных организаций, помогают с их интерпретацией, верным и своевременным реагированием на те или иные события.

- кроссплатформенность инноваций обеспечивает доступность, относительную простоту внедрения и практического применения ПО. На российском рынке представлено множество программных решений для организации работы и управления инженерными системами. Инновации позволяют сводить разные программы и устройства в единую систему, функционирующую без сбоев и ошибок даже в условиях интенсивной обработки больших массивов данных.

Внедрение инновационных технологий автоматизированного мониторинга зданий является важным шагом к созданию "умных" зданий, сооружений,

инженерных экосистем, которые отвечают современным требованиям к комфорту, безопасности и энергоэффективности [4-5].

В процессе применения автоматизированных систем мониторинга зданий в современных реалиях необходимо учитывать следующие важные моменты:

- кибербезопасность и конфиденциальность. Защита информации, которая собирается и передается по системе мониторинга, от несанкционированного доступа, изменения, скачивания является серьезной проблемой. Для ее решения используются такие меры безопасности, как: многофакторная аутентификация, шифрование данных, систематическое обновление ПО.

- интеграция с другими подсистемами управления зданием: системами освещения, отопления, вентиляции, контроля доступа и видеонаблюдения. Грамотная интеграция способствует созданию единого и интуитивно понятного интерфейса управления и мониторинга, что упрощает и повышает эффективность эксплуатации объектов.

- устойчивое развитие и экологическое воздействие. Современные системы мониторинга должны обеспечивать снижение углеродного следа и энергопотребления, а также рациональное использование природных ресурсов.

Рассмотренные вызовы и тенденции требуют постоянного совершенствования технологий автоматизированного мониторинга зданий, внедрения инновационных решений, применения современного оборудования для диагностики и обследования конструкций и элементов объектов недвижимости.

Список литературы

1. Шашкин А.Г., Шашкин К.Г., Богов С.Г., Лукин В.М. Результаты геотехнического мониторинга при строительстве высотного здания в г. Санкт-Петербурге // Геотехника. 2020. Т. XII. № 3. С. 36–52.

2. Шашкин К.Г. Теоретические основы интерактивного мониторинга сложных зданий и подземных сооружений // Геотехника. 2018. Т. X. № 3. С. 26–35.

3. Шашкин А.Г. Проектирование зданий и подземных сооружений в сложных инженерно-геологических условиях Санкт-Петербурга. Москва : Академическая наука. Геомарке-тинг, 2014. 352 с.

4. Травуш В.И., Шахрамьян А.М., Колотовичев Ю.А., Шахворостов А.И., Десяткин М.А., Шулятьев О.А., Шулятьев С.О. Лахта Центр: автоматизированный мониторинг деформаций несущих конструкций и основания // ACADEMIA. Архитектура и строительство. 2018. № 4. С. 94–108.

5. Бевзенко Р.С. Добросовестное владение и его защита в гражданском праве. / Бевзенко Р.С. // Самара: Изд-во Самарской государственной экономической академии. - 2002. – С. 34-40.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ МЕТОДА АКУСТИКО-ЭМИССИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ

**Рой Е.А., Салов А.С., канд. техн. наук, доцент, Кузнецова Ю.И.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: Метод акустической эмиссии (АЭ) основан на регистрации и анализе акустических волн, возникающих в процессе пластической деформации и разрушения (роста трещин) контролируемых объектов. Это позволяет формировать адекватную систему классификации дефектов и критерии оценки состояния объекта, основанные на реальном влиянии дефекта на объект. История акустической эмиссии как метода неразрушающего контроля начинается с наблюдений за звуками, издаваемыми материалами при деформации, и развивается от ранних теоретических разработок до создания сложных систем диагностики в XX-XXI веках. Основные этапы включают: ранние наблюдения за «звуками треска» в материалах, теоретическое обоснование в начале XX века, разработку датчиков и аппаратуры в середине XX века, и создание современных систем АЭ-контроля для диагностики в различных отраслях, таких как машиностроение и строительство, в конце XX – начале XXI веков.

Ключевые слова: акустико-эмиссионная диагностика, акустический метод контроля строительных материалов, история развития акустических методов контроля

Возникновение шумов при деформировании и, особенно, при разрушении материалов известно достаточно давно. Вследствие отсутствия специальной аппаратуры, не позволяющей измерять параметры шумов, к числу «шумящих» при деформировании относили очень небольшое число материалов, для которых частоты шумов имеют составляющие в звуковом диапазоне, а интенсивность достаточна для восприятия на слух [1].

В 1917 году попытку установления такой связи сделал И. Жохральский, который объяснил «крик олова» процессом спонтанного двойникования решетки металла.

В двадцатых годах двадцатого столетия А.Ф. Иоффе и М.В. Классен обнаружили возникновение шумов при деформировании нагретых кристаллов каменной соли и цинка, указав на связь явления с особенностями протекания процесса пластической деформации. А.Ф. Иоффе в работе [2] писал: «...сдвиг нагретой каменной соли и цинка происходит малыми скачками, причем каждый из них сопровождается шумом, наподобие тиканья часов. В комнате при отсутствии шума эти тики хорошо слышны и следуют через правильные

промежутки времени. Можно отметить много сотен тиков, причем частота их зависит от приложенного груза. Скачки становятся заметными и слышными только при значительной уже пластической деформации».

В 1948 году У. Мэзон и Г. Мак-Скимин, используя пьезоэлектрический датчик и электронную аппаратуру, обнаружили ультразвуковые составляющие шумов при двойниковании олова. При изгибе и сжатии олова наблюдались нерегулярные волны с частотой примерно 100 кГц и амплитудами смещений порядка 10–8 мм. Возникновение указанных механических волн авторы объясняли движением дислокаций [3].

Впервые систематические исследования шумов, возникающих при деформировании материалов, выполнены Д. Кайзером, который в 1950 году по этой теме защитил в Мюнхене докторскую диссертацию.

Используя электронно-акустическую аппаратуру с большим усилением, Д. Кайзер показал, что шумы при деформировании обнаруживаются у широкого круга материалов, начиная с очень низких напряжений. Им установлено явление невоспроизводимости шумов при повторном нагружении. Это явление в дальнейшем получило название эффекта Кайзера. Установлено наличие характерных для каждого материала зависимостей между величиной напряжения при деформировании и такими параметрами шумов, как интенсивность (число импульсов в единицу времени) и амплитуда звукового давления. Д. Кайзер объяснял возникновение шумов процессами скольжения и отрыва в деформируемом кристалле (поликристалле), а также взаимным трением поверхностей разрыва. В его работах впервые была обоснована возможность использования шумов для определения напряжений, ранее перенесенных материалом, остаточных напряжений, для обнаружения изменений в структуре материала и фазовых превращений [1].

Работы Д. Кайзера послужили толчком для широких исследований деформационных шумов в ряде стран. В пятидесятых годах появляются публикации по этой проблеме во Франции и США. Было описано возникновение шумов при деформировании мягкой стали в районе площадки текучести (образование полос Людерса), при образовании ступенек на диаграмме упрочнения (эффект Портевена–Ле-Шателье) и непосредственно перед разрывом (при образовании внутренних докритических трещин).

В США в пятидесятых годах начало работам по исследованию шумов в материалах положил Б. Шофильд [2-3]. Им установлено наличие шумов двух типов – непрерывное излучение и шумы взрывного типа.

Непрерывное излучение шумов, по его мнению, обусловлено скоплением и срывом дислокаций. Б. Шофильд показал также, что источником шума при

деформировании может быть поверхностное покрытие металла, например, анодированный слой на алюминии.

Начиная с пятидесятых годов, наиболее интенсивные исследования деформационных шумов конструкционных материалов проводятся в США.

Этой работой занимался ряд фирм и университетов. Но потребовалось около пятнадцати лет исследований для разработки практически пригодных методов и систем неразрушающего контроля, основанных на измерении деформационных шумов материалов.

В США работа проводилась в рамках нескольких исследовательских программ. Д. Пэрри разработана система обнаружения дефектов в резервуарах емкостью до 28 м³ путем регистрации деформационных шумов при помощи четырех преобразователей с использованием ЭВМ (IBM-7044). Система способна обрабатывать в течение часа 104–106 сигналов и определять место расположения дефекта с погрешностью в один дюйм. Испытания системы на реакторе Министерства обороны США показали возможность оценки степени «охрупчивания» материала от радиоактивного излучения [1].

Значительная программа работ в области использования деформационных шумов для неразрушающего контроля материалов в авиационной и космической технике выполнена фирмой Aerojet General Corporation и в частности, ее сотрудниками А. Грином и К. Хартбауэром [3].

Исследованы деформационные шумы широкого круга материалов, связь параметров шумов с параметрами дефектов. К. Хартбауэром установлены корреляции между интенсивностью излучения и скоростью роста трещины. Создана аппаратура для оперативного определения положения дефектов в сварных конструкциях, трубопроводах, резервуарах для ракетного топлива. В комплексе аппаратуры, получившем наименование SWAT (Stress Wave Analysis Technique), эта задача решается методом триангуляции с помощью ЭВМ. Аппаратура изготовлена и опробована осенью 1967 года при промышленных испытаниях резервуаров гидростатическим давлением.

В более сложных разрабатываемых вариантах аппаратуры ЭВМ используется не только для обработки поступающей информации, но и для принятия решений.

Отметим также следующие работы, проводимые США в рассматриваемой области. А. Поллок разработал аппаратуру для амплитудного анализа шумов и исследовал возможность контроля качества клеевых соединений. По его данным плохое качество склейки обнаруживается уже при низких нагрузках клеевого соединения (10–30 % от разрушающей нагрузки).

Таким образом, к 70-м годам была доказана возможность практического использования деформационных шумов для оценки качества материалов и

изделий при испытаниях, а также в системах непрерывного слежения (технической диагностики) за возникновением и развитием дефектов структуры конструкционных материалов.

Первый взрывной подъем интереса к методу АЭ в СССР произошел в конце 1960-х – начале 1970-х гг., когда пришло понимание, что этот метод может стать мощным инструментом исследования деформации и контроля процессов образования и развития дефектов. Второй подъем произошел в начале и середине 1990-х гг., в постперестроечное время, когда большая когорта специалистов из НИИ вынуждена была оставить сугубо научные исследования и пойти в промышленность для использования метода АЭ в практике промышленного неразрушающего контроля.

Первыми организациями были НПО «Дальстандарт», НПО «ЦНИИТМАШ», ПО «Волна», ИМЕТ, НИИТМ, ИАЭ и ряд других. Первый всесоюзный семинар «Неразрушающий контроль напряженно-деформированного состояния конструкционных материалов и изделий с использованием «эмиссии волн напряжений» был организован под руководством В.А. Грешникова в Хабаровском филиале ВНИИФТРИ в 1972 г. В семинаре приняло участие 82 докладчика, зачитано 57 докладов [1-2].

Основное направление было связано с исследованиями АЭ в целях разработки методов и средств неразрушающего контроля производственных объектов. Большое внимание было уделено исследованиям связи АЭ и механических параметров и свойств конструкционных материалов. Были разработаны методики испытаний лабораторных образцов и создана специализированная испытательная техника, в частности «бесшумная» испытательная машина, в которой нагружение осуществлялось наливом воды в бак, связанный рычагом с устройством нагружения образца. Создана специальная камера типа камеры Фарадея, защищенная от внешних электромагнитных помех замкнутой металлической сеткой.

Особое направление было связано с отработкой методик измерения параметров АЭ и метрологического обеспечения. Разработаны методы и средства амплитудного анализа сигналов АЭ. Для измерения смещений поверхности в целях метрологических измерений параметров АЭ была создана установка высшей точности с использованием лазерного интерферометра.

С распадом СССР произошли существенные изменения в организациях, работающих в области АЭ. Многие известные научные центры потеряли свой потенциал. Появились новые организации и фирмы, занимающиеся применением метода АЭ в промышленности. Большинство научных работников, чтобы получить стабильное финансирование, перешли на работу в

промышленность, выполняя порой непосредственно работы по неразрушающему контролю производственных объектов.

В России значительные успехи по практическому использованию деформационных шумов достигнуты в области прогнозирования выбросов угля и газа в шахтах [3-5]. В 1952 году по инициативе академиков А.А. Скочинского и Г.А. Гамбурцева были начаты исследования деформационных шумов горных пород с целью отыскания надежных прогностических признаков приближающегося выброса. В результате этих работ были созданы сейсмоакустические методы исследования состояния угольного массива при подземной разработке, один из которых основан на использовании акустических импульсов звуковой частоты, естественно возникающих в горной породе вследствие роста местных концентраций напряжений при общем или локальном увеличении горного давления. Установлено, что интегральную оценку количества трещин в исследуемом объеме горной породы дает параметр, названный «шумностью» породы – количество акустических импульсов в единицу времени. Разработана аппаратура (типа ЗУА-1, ЗУА-2) для сейсмоакустических измерений, которая выпускалась отечественной промышленностью. В качестве исходного преобразователя (датчика) деформационных шумов применяется электродинамический акселерометр (геофон типа СЭД). Частотный диапазон регистрируемых сигналов составляет 20–20000 Гц, регистрация производится на магнитную ленту. Для лабораторных исследований деформационных шумов горных пород М.С. Анцыферовым были разработаны пьезоэлектрические геофоны на основе пластин сегнетовой соли [5].

Список литературы

1. Серридж М., Лихт Т.Р. Справочник по пьезоэлектрическим акселерометрам и преусилителям. – «Брюль и Кьер», 1987.
2. Ширман А.Р., Соловьев А.Б. Практическая вибродиагностика и мониторинг состояния механического оборудования. – Москва, 1996. – 276 с.
3. Приборы и системы для измерения вибрации, шума, удара: справочник. Ч. 1 / под ред. В.В. Ключева. – М.: Машиностроение, 1978.
4. Герике Б.Л. Мониторинг и диагностика технического состояния машинных агрегатов: учебное пособие: в 2-х ч. Ч.1: Мониторинг технического состояния по параметрам вибрационных процессов/ Кузбас. гос. техн. ун-т. – Кемерово, 1999. – 189 с.
5. Неразрушающий контроль: справочник: в 8 т / под общ. ред. В.В. Ключева. – 2-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1995. – Т. 7: в 2 кн.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОАРМИРУЮЩИХ ВОЛОКОН ПРИ УСТРОЙСТВЕ ЦЕМЕНТНЫХ ПОЛОВ

Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация. В статье представлен обзор опыта использования армирующих волокон при устройстве монолитных покрытий полов. Описан отечественный и зарубежный опыт применения конструкций, изготовленных на основе дисперсно-армированных бетонов. Представлены примеры использования различных типов армирующих волокон, таких как стальных, полипропиленовых, минеральных.

Ключевые слова: дисперсное армирование, армирующих волокна, монолитные покрытия, базальтовые волокна

Применение дисперсного армирования цементных растворов и бетонов волокнами-фибрами, известное как фиброармирование, насчитывает более века. В начале XX века исследования в этой области, включающие разработку и изготовление экспериментальных конструкций из сталефибробетона, были проведены русским инженером путей сообщения В.П. Некрасовым [4]. На протяжении последующего периода отечественные и зарубежные исследователи накопили значительный опыт практической реализации композиционных материалов на основе цементных матриц, характеризующихся дисперсным армированием с использованием искусственных волокон [1-3].

Среди отечественных исследователей, занимающихся созданием дисперсно-армированных бетонов и растворов, а также конструкций на их основе, можно выделить следующих ученых: Бирюкович К.Л., Бирюкович Ю.Л., Берг О.Я., Бердичевский Г.И., Бондаренко В.М., Волков И.В., Гвоздев А.А., Зайцев Ю.В., Карпинос Д.М., Комохов П.Г., Кудяков А.И., Курбатов Л.Г., Лобанов И.А., Михайлов К.В., Некрасов В.П., Пашенко А.А., Петраков Б.И., Пухаренко Ю.В., Рабинович Ф.Н., Ратинов В.Б., Сербин В.П., Тимашев В.В., Хайдуков Т.К., Чернышев Е.М., Шейнин А.Е. и др. [4-7].

Значительный объем практического опыта в области применения конструкций, изготовленных с использованием дисперсно-армированных бетонов и растворов, накоплен в ряде зарубежных стран, включая США, Австрию, Германию, Бельгию, Австралию, Японию, Францию и другие [5-6].

Результаты проведенных исследований [7-8] подтверждают целесообразность и эффективность использования дисперсно-армированных бетонов и растворов при формировании монолитных напольных конструкций. Применение волокнисто-армированных монолитных полов экономически

обосновано в промышленных зданиях, характеризующихся интенсивными эксплуатационными нагрузками на напольные покрытия [6].

В настоящее время наиболее изученным и широко применяемым при устройстве монолитных полов производственного назначения является сталефибробетон [8].

В 70-80-е годы XX века ЦНИИПромзданий были проведены исследования, направленные на разработку технических решений полов из сталефибробетона. С целью оценки целесообразности применения сталефибробетона при устройстве напольных покрытий были проведены экспериментальные исследования технологических и физико-механических характеристик материала, армированного фиброй из холодноотянутой стальной проволоки. Результаты экспериментальных работ продемонстрировали эффективность использования стальных фибр для армирования монолитных напольных покрытий в производственных зданиях. В частности, введение фибр в растворную смесь привело к снижению истираемости покрытия, увеличению прочности на растяжение при изгибе и уменьшению усадочных деформаций. В процессе производства работ были выявлены технологические ограничения, в первую очередь, значительное снижение удобоукладываемости бетонной смеси при введении фибры [8]. ЦНИИПромзданий разработал нормативный документ "Полы. Технические требования, предъявляемые к полам. Проектирование, устройство и правила приемки полов", содержащий рекомендации по конструктивным решениям напольных систем с применением сталефибробетона. Несмотря на это, вопросы, касающиеся технологических сложностей, возникающих при устройстве полов из сталефибробетона, остались нерешенными.

При строительстве Рязанского завода кожизделий итальянская фирма «Коголо» возводила полы из сталефибробетона. В качестве армирующих волокон была применена стальная фибра фирмы «Драмикс», которая вводилась в матрицу мелкозернистого бетона класса В 25 с крупностью щебня, ограниченной 20 мм. Слой сталефибробетона устраивался по арматурной сетке, уложенной на слой уплотненного песка, изолированного слоем пароизоляции. В последующем данная конструктивная схема применялась при строительстве известных супермаркетов «Метро» и «Икея» в Москве.

В европейских странах наблюдается активное внедрение фибробетонных напольных систем с использованием стальной фибры "Драмикс" производства бельгийской компании "Бекарт" [9]. В США, Австрии и Великобритании в 1970-х годах сталефибробетон марки "Вирандбетон", армированный стальной проволокой длиной 30 мм, применялся при устройстве монолитных напольных покрытий в промышленных зданиях [10]. В Германии доля промышленных полов, возведенных с использованием сталефибробетона, превышает 25%.

В начале 80-х годов дисперсно-армированные бетоны и растворы получают развитие в Японии. Основой для развития данного направления в

строительном материаловедении послужила разработка документа «Руководство по проектированию и изготовлению сталефибробетона для тоннелей, гидротехнических сооружений и конструкций дорог».

В конце XX века в Москве фибробетон получил широкое применение при строительстве зданий государственных и коммерческих банков, где проектные решения ограждающих конструкций должны были соответствовать заданному уровню защиты хранимых ценностей [11].

В 1999 г. в Москве построен подземный гараж-стоянка, при устройстве полов которого площадью $S=4618 \text{ м}^2$ и толщиной $t=50 \text{ мм}$ применен сталефибробетон, изготовленный с использованием фибр длиной $l=35 \text{ мм}$ и диаметром $d=0,6 \text{ мм}$.

Высокопрочные полы из сталефибробетона возводятся в пекарнях, где на покрытие пола действуют высокие нагрузки от движущихся тележек.

В настоящий момент на рынке России лидером в технологии устройства полов, армированных стальной фиброй, является компания ЗАО «СК Конкрит Инжиниринг». Указанная компания первой в России применила композиционное армирование пола – комбинацию стальной и полипропиленовой фибр с традиционным арматурным каркасом [8].

Полипропиленовая фибра нашла применение при устройстве наливных полов и цементно-песчаных стяжек в качестве альтернативы армированию металлическими сетками. Полипропиленовые волокна характеризуются химической инертностью к щелочной среде, образующейся при гидратации портландцемента. Несмотря на отсутствие существенного влияния на прочностные показатели покрытия (обусловленное относительно низким модулем упругости полипропиленовых волокон по сравнению с бетоном), введение данного типа волокна в цементную матрицу повышает устойчивость монолитного покрытия к ударным воздействиям и раскалыванию. Дополнительным преимуществом является снижение деформаций усадки в процессе твердения раствора и, как следствие, повышение трещиностойкости монолитного покрытия.

Таким образом, полипропиленовые волокна не могут выполнять роль несущей арматуры в бетоне, вместе с тем, они могут быть использованы в качестве дополнительного армирования для повышения стойкости к удару.

Модуль упругости стальных волокон в 5 раз превышает модуль упругости бетона класса B60, поэтому в конструкционном отношении стальная фибра обладает наилучшими показателями. Однако для экономии металла, снижения массы конструкций и повышения устойчивости к кислотной коррозии при устройстве монолитных полов стальные волокна могут быть заменены на волокна минерального происхождения (стеклянные и базальтовые). Модуль упругости стеклянных и базальтовых волокон в 2-3 раза превышает модуль упругости бетона, поэтому их применение весьма перспективно при микроармировании цементных бетонов и растворов.

Минеральные волокна, обладая меньшей плотностью по сравнению со стальной фиброй, могут быть успешно использованы в технологии дисперсного армирования монолитных напольных покрытий. Однако, их применение ограничено недостаточной устойчивостью к агрессивному воздействию среды гидратирующегося портландцемента. В особенности, негативному воздействию твердеющей среды портландцемента подвержены тонкие и супертонкие волокна с диаметром 8-10 мкм.

Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что стойкость базальтового волокна в щелочной среде превосходит стойкость стекловолокна. Это подтверждается результатами исследований, согласно которым, после выдержки в щелочной среде прочность базальтового волокна уменьшилась на 25-32 %, в то время как алюмоборосиликатное стекловолокно потеряло 72 % своей исходной прочности. Кроме того, базальтовое волокно получают по одностадийной технологии, в то время как для изготовления стеклянного волокна требуются трудоемкие операции по изготовлению многокомпонентной шихты и превращения ее в расплав.

Исходя из вышеизложенного, базальтовые микроволокна представляются наиболее перспективным микроармирующим материалом для повышения прочностных характеристик цементного камня в бетонах и растворах.

Список литературы

1. Ключев, С.В. Тяжелонагруженные полы на основе мелкозернистых фибробетонов / С.В. Ключев, А.В. Ключев, Д.М. Сопин, А.В. Нетребенко, С.А. Казлитин // Инженерно-строительный журнал. – 2013. - № 3. С. 7-14.
2. Горб, А.М. Применение композитов на основе дисперсно армированных бетонов при устройстве полов в зданиях производственно-складского назначения / А.М. Горб, И.А. Войлоков // Мир строительства и недвижимости. – 2009. - № 33. – С. 27-33.
3. Крылов, Б.А. Фибробетон и фиброцемент за рубежом / Б.А. Крылов // Строительные материалы, изделия и конструкции. ЦНИИС. – Обзорная информация, вып. 5. – М., 1979. – 53 с.
4. Ключев, С.В. Высокопрочный фибробетон для промышленного и гражданского строительства / С.В. Ключев // Инженерно-строительный журнал. – 2012. - № 8. – С. 61-66.
5. Рабинович, Ф.Н. Дисперсно-армированные бетоны / Ф.Н. Рабинович. – М.: Стройиздат, 1989. – 175 с.
6. Васин, В.П. О применении сталефибробетона в полах промышленных зданий / В.П. Васин, Д.Н. Вакулич, О.М. Мартынов, Ф.Н. Рабинович // Промышленное строительство. – 1991. - № 12. – С. 10-11.

7. Курбатов, Л.Г. Опыт применения сталефибробетона в инженерных сооружениях / Л.Г. Курбатов, М.Я Хазанов, А.Н. Шустов. – Л., 1982. – 27 с.
8. Рабинович, Ф.Н. Композиты на основе дисперсно-армированных бетонов. Вопросы теории и проектирования, технология, конструкция: монография / Ф.Н. Рабинович. - М.: издательство АСВ, 2004 – 560 с.
9. Эджингтон, Дж. Бетон, армированный стальной проволокой / Дж. Эджингтон, Д. Дж. Ханнант, Р.И. Уильямс // Fibre reinforced materials. – 1982. – С. 135-150.
10. Талантова, К.В. Эксплуатационные характеристики сталефибробетонных конструкций для дорожного строительства / К.В. Талантова, Н.М. Михеев, С.В. Толстеньев, Л.А. Хвоинский // Бетон и железобетон. – 2002. - № 3. – С. 6-8.
11. ВМП-001-95. Здания учреждений центрального банка. – 01.11.1995.- М.: - АО ЦНИИЭП, 1995. – 40с.

УПРОЧНЕНИЕ ЦЕМЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ НАНОУГЛЕРОДНЫМИ ДОБАВКАМИ

Сапрыкина Т.К., канд. техн. наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация. В статье представлен обзор опыта использования наноуглеродных добавок для направленного изменения свойства цементного камня. Описан отечественный и зарубежный опыт применения наноуглеродных частиц. Представлены виды углеродных наночастиц. Обозначены проблемы, возникающие при приготовлении бетонных и растворных смесей на их основе.

Ключевые слова: цементный камень, наноуглеродные частицы, модификация, цементные композиты, микроволокна, базальтовые волокна

В течение последних двух десятилетий углеродные наночастицы находят все более широкое применение в технологии строительных материалов в качестве модификатора для направленного улучшения свойств цементного камня [1-3]. Исследования, проведенные отечественными и зарубежными учеными, включая А.Н. Пономарева, В.Р. Фаликмана, В.А. Перфилова, Т.А. Низину, Г.И. Яковлева, И.А. Пудова, А.Ф. Хузина, А.В. Елецкого, M.S. Dresselhaus, T. Kazuyoshi, M.F. Yu, G.Y. Li, De Ibarra, X.J. Xiang, J.M. Makar и других, продемонстрировали существенное увеличение прочностных характеристик, морозостойкости и водонепроницаемости цементных бетонов и растворов, модифицированных углеродными наночастицами, за счет компактизации их структуры [4-9]. Согласно мнению исследователей, компактизация структуры цементного камня обусловлена формированием повышенного количества кристаллогидратных новообразований с увеличенной плотностью и прочностью [10-12].

В качестве модификаторов цементных матриц наибольшее распространение получили фуллерены, астралены и углеродные нанотрубки.

Фуллерен представляет собой замкнутую выпуклую структуру, в которой каждый атом углерода связан тремя прочными ковалентными связями с соседними атомами. Известно, что фуллероидные наночастицы оказывают направленное воздействие на процесс гидратации, способствуя формированию фибриллярных микроструктур микронного масштаба [13].

Астралены представляют собой полиэдральные многослойные структуры, состоящие из атомов углерода, с характерным размером 80-150 нм. Экспериментальные исследования комбинированного применения данного наномодификатора с пластифицирующими добавками на основе поликарбоксилатов [114-116] продемонстрировали значительное увеличение подвижности цементно-песчаной смеси и повышение прочности цементных образцов до 120 МПа [4]. При этом, как отмечается в научной литературе [15],

углеродные нанокластеры не являются самостоятельной химической добавкой, а представляют собой присадку к основной добавке, дозируемую в процентном отношении к ее массе.

Особый интерес представляет модификация цементных композитов с использованием углеродных нанотрубок (УНТ), представляющих собой графеновые плоскости, свернутые в трубчатую структуру [16]. УНТ классифицируются на однослойные (диаметром $d=1-1,5$ нм) и многослойные, с межслоевым расстоянием 3,4 нм. Введение углеродных нанотрубок в объем цементного композита способствует повышению его прочности, снижению риска трещинообразования на ранних стадиях гидратации и улучшению характеристик межфазной зоны "матрица-заполнитель" [8]. Однако широкому внедрению углеродных наночастиц в практику строительства препятствует их повышенная склонность к агломерации и, как следствие, неравномерность их распределения по объему цементно-песчаной смеси. Поэтому для широкого внедрения углеродных наночастиц в производство современных строительных материалов требуется применение специальных технологий по их дезинтеграции и равномерному распределению в объеме приготавливаемых строительных смесей.

В настоящее время перспективным направлением является нанесение углеродных наночастиц на твердый носитель, в качестве которого могут быть использованы базальтовые армирующие микроволокна. Существует положительный опыт применения бетона с улучшенными прочностными характеристиками и водостойкостью, полученного путем введения базальтовых микроволокон, модифицированных углеродными наноструктурами фуллероидного типа. Результаты исследований свидетельствуют о том, что добавление модифицированных базальтовых микроволокон в бетонную смесь приводит к увеличению предела прочности при сжатии на 45% по сравнению с контрольными образцами, содержащими немодифицированные базальтовые микроволокна, увеличению предела прочности при изгибе на 56,9%, и снижению водопоглощения практически в 3 раза. Предполагается, что модификация микроволокон углеродными наночастицами способствует компактизации структуры цементного камня, в том числе в области межфазной границы с волокнами.

В то же время, анализ существующих исследований выявил проблему неравномерного распределения модифицированных армирующих микроволокон в цементно-песчаной смеси, что является основным фактором, ограничивающим их широкое применение в строительной отрасли. Кроме того, особенности применения модифицированных базальтовых микроволокон в качестве компонента цементного раствора, а также их влияние на процессы структурообразования и свойства растворов, остаются недостаточно изученными.

Таким образом, на основе анализа литературных данных можно сформулировать следующую гипотезу: микроармирование цементной матрицы раствора модифицированными базальтовыми волокнами способствует формированию более плотной и однородной микроструктуры цементного камня

за счет следующих механизмов: увеличение количества гидратных новообразований, заполняющих поровое пространство; обеспечение адгезионного взаимодействия микроволокон с цементной матрицей, обусловленного функционированием МБВ в качестве центров кристаллизации продуктов гидратации цементного камня. Следствием реализации данных механизмов является улучшение эксплуатационных характеристик цементно-песчаных растворов.

Список литературы

1. Низина, Т.А. Оценка эффективности влияния наномодификаторов на прочностные и реологические характеристики цементных композитов в зависимости от вида пластифицирующих добавок / Т.А. Низина, С.Н. Кочетков, А.Н. Пономарев, А.А. Козеев // Региональная архитектура и строительство. – 2013. - № 1. – С. 43-49.
2. Пономарев, А.Н. Техничко-экономические аспекты и результаты практической модификации конструкционных материалов микродобавками нанодисперсных фуллероидных модификаторов / А.Н. Пономарев // Вопросы материаловедения. – 2003. - № 3. – С. 49-57.
3. Пудов, И.А. Наномодификация портландцемента водными дисперсиями углеродных нанотрубок: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Пудов Игорь Александрович. – Казань, 2013. – 185 с.
4. Хузин, А.Ф. Цементные композиты с добавками многослойных углеродных нанотрубок: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Хузин Айрат Фаритович. – Казань, 2014. – 182 с.
5. Яковлев, Г.И. Модификация поризованных цементных матриц углеродными нанотрубками / Г.И. Яковлев, Г.Н. Первушин, А.Ф. Бурьянов, В.И. Кодолов // Строительные материалы. – 2009. - № 3. – С. 99-102.
6. Kazuyoshi, T. The science and technology of carbon nanotubes / T. Kazuyoshi, Y. Tokio, F. Kenichi // Elsevier. – 1999. – 206 p.
7. Ваучский, М.Н. Направленное формирование упорядоченной надмолекулярной кристаллогидратной структуры гидратированных минеральных вяжущих / М.Н. Ваучский // Вестник гражданских инженеров. – 2005. - № 2(3). С. 44-47.
8. Киски, С.С. Исследование возможности модификации карбоксилатных пластификаторов в составе модифицированных мелкозернистых бетонных смесей / С.С. Киски, И.В. Агеев, А.Н.

9. Староверов, В.Д, Структура и свойства наномодифицированного цементного камня: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Староверов Вадим Дмитриевич. – СПб., 2008. – 176 с.
10. Пономарев, А.Н. Высококачественные бетоны. Анализ возможностей и практика использования методов нанотехнологии / А.Н. Пономарев // Инженерно-строительный журнал. – 2009. - № 6. С. 25-33.
11. Пат. 2196731 Российская Федерация, МПК⁶ С 04 В 28/02. Полиэдральные многослойные углеродные наноструктуры фуллероидного типа / А.Н. Пономарев, В.А. Никитин. - № 2000124887А; заявл. 21.09.2000; опубл. 20.01.2003, - 9 с.
12. Юдович, М.Е. Наномодификация пластификаторов, регулирование их свойств и прочностных характеристик литых бетонов / М.Е. Юдович, А.Н. Пономарев // Стройпрофиль. – 2007. - № 6. – С. 49-51.
13. Юдович, М.Е. Поверхностно-активные свойства модифицированных пластификаторов / М.Е. Юдович, А.Н. Пономарев, С.И. Гареев // Строительные материалы. – 2008. - № 3. – С. 44-45.
14. Булярский, С.В. Углеродные нанотрубки: технология, управление свойствами, применение / С.В. Булярский. – Ульяновск: ООО «Стрежень», 2011. – 478 с.
15. Saito, R. Physical properties of carbon nanotubes / R. Saito, M.S. Dresselhaus, G. Dresselhaus // World scientific NY. – 1998. – 272 p.
16. Карпова, Е.А. Модификация цементного бетона комплексными добавками на основе эфиров поликарбоксилата, углеродных нанотрубок и микрокремнезема / Е.А. Карпова, А.Э. Мохамед, Г. Скрипкюнас, Я. Керене, А. Кичайте, Г.И. Яковлев, М. Мацияускас, И.А. Пудов, Э.В. Алиев, С.А. Сеньков // Строительные материалы. – 2015. - № 2. – С. 40-47.

ОБЗОР БЕСПЛАТНЫХ САПР-ПРОГРАММ ДЛЯ 2D- И 3D-МОДЕЛИРОВАНИЯ

Семагина Ю.В., к.т.н., доцент, Галкин В. А., Ткаченко К.В.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация: В статье предлагается общий обзор бесплатных САПР-программ, которые позволяют выполнять 2D- и 3D-моделирование с целью ознакомления их особенностями и функционалом, но без приобретения дорогостоящих лицензий. Проанализированы такие САПР-программы, как FreeCAD, DesignSpark Mechanical, QCAD и ANSYS Design Modeler. Статья поможет пользователям выбрать оптимальное программное обеспечение в зависимости от их задач — от инженерного проектирования до черчения и 3D-печати.

Ключевые слова: САПР-программы, инженерная графика, проектирование, программное обеспечение, 3D-моделирование.

САПР (Система Автоматизированного Проектирования) – это комплекс программных и аппаратных средств, предназначенных для автоматизации процесса проектирования. Данные системы используются для работы в сфере архитектуры, машиностроения, строительства и других отраслях, где может потребоваться разработка чертежей, моделей технической документации. САПР снижает вероятность ошибок и упрощает внесение изменений в проект, что намного ускоряет процесс разработки и редактирования. [6]

Бесплатные САПР программы – это программы, которые могут быть использованы для профессиональной работы и при этом не требуют материальных вложений для приобретения лицензии. Этот фактор помогает малым разработчикам не быть зависимым от приобретения программного продукта, и при этом успешно конструировать необходимые объекты. [5]

После 2022 года Компас-3D и NanoCAD стали монополистами в сфере САПР-программ в России. Поэтому в статье мы рассмотрим другие бесплатные программы, которые могут составить им конкуренцию.

FreeCAD является одной из таких бесплатных программ. Она ориентирована на создание моделей преимущественно в сфере машиностроения, инженерного дизайна и архитектуры, но подходит и для работы в других отраслях. [5]

Основные особенности [4]:

- Имеет открытый исходный код, что позволяет модифицировать его при необходимости.
- Параметрическое 3D-моделирование – позволяет изменять модель меняя ее параметры.
- Модульная архитектура.
- Работа с форматами файлов типа STEP, IGES, STL, OBJ, DXF и др.
- Кроссплатформенность. Совместимость с Windows, macOS и Linux, что позволяет сделать систему доступной для всех пользователей.

Таблица 1 – Программа FreeCAD

Преимущества	Недостатки
1. Бесплатный и открытый код.	1. Интерфейс может показаться сложным для новичков.
2. Гибкость за счет модульной системы.	2. Не такой быстрый как его коммерческие аналоги.
3. Мощный параметрический движок.	3. Встречаются баги и недоработки.
4. Поддержка Python для автоматизации.	

Design Spark Mechanical – это САПР программа, созданная компанией RS components в сотрудничестве с SpaceClaim, разработанная для быстрого создания 3D-моделей для прототипирования, производства или 3D-печати. Это частично бесплатная программа. Так, например, в базовой версии отсутствует возможность оформления 2D чертежей. Но создание 3D объектов происходит качественно и в краткие сроки, так как применена технология прямого моделирования. [5]

Основные особенности [1]:

- Простота использования – интуитивный интерфейс, понятный для новичков.
- Прямое моделирование – позволяет редактировать модели без параметрических зависимостей.
- Экспорт в STL и другие форматы – подходит для 3D печати.
- Бесплатная базовая версия.
- Поддержка только Windows.

Таблица 2 – Программа Design Spark Mechanical

Преимущества	Недостатки
1. Бесплатная базовая версия.	1. Нет параметрического моделирования.
2. Легка в освоении.	2. Ограниченные возможности бесплатной версии.
3. Поддержка популярных форматов экспорта.	3. Только для Windows.
4. Быстрая правка моделей.	

QCAD — программа для двухмерного (2D) компьютерного черчения, которая используется в различных сферах, таких как архитектура, машиностроение и инженерное проектирование. Эта программа открытого кода (Open Source) позволяет пользователям создавать чертежи, схемы и техническую документацию. [5]

Основные особенности [3]:

- 2D-Черчение – QCAD предназначен преимущественно для работы с 2D-графикой, что делает его идеальным для создания чертежей и планов.
- Поддержка форматов – программа поддерживает стандартные форматы файлов, такие как DXF и DWF, что облегчает обмен данными с другими CAD-системами.
- Интуитивно понятный интерфейс – QCAD предлагает простой и удобный интерфейс, который позволяет легко ориентироваться, даже пользователям с ограниченным опытом и знанием CAD.
- Инструменты для рисования и редактирования – включает широкий набор инструментов для рисования линий, дуг, окружностей, полигонов и других объектов, а также инструменты для редактирования.
- Система слоев – пользователи могут работать с несколькими слоями, что позволяет структурировать чертежи и организовать различные конструкции в одном проекте.
- Поддержка скриптов – QCAD поддерживает скрипты для автоматизации рутинных задач, что может значительно ускорить процесс проектирования.

Таблица 3 – Программа QCAD

Преимущества	Недостатки
1. Бесплатность и открытый код	1. Отсутствие 3D-моделирования
2. Кроссплатформенность	2. Меньшая популярность
3. Простота использования	3. Неудобство управления сложными геометрическими объектами
4. Обширное сообщество	
5. Широкий функционал	

ANSYS DesignModeler – это САПР, входящая в программный пакет ANSYS. В эту систему входит довольно мощное техническое оснащение, что позволяет производить небольшие исследования. Она предназначена для создания и редактирования 3D-моделей, которые затем анализируются в модулях ANSYS, например, для прочностных, тепловых или аэродинамических расчетов. [5]

Основные особенности [2]:

- Работа с параметрическими моделями – можно изменять параметры геометрии для оптимизации конструкции.
- Импорт и редактирование – поддержка форматов STEP, IGES, Parasolid и других.
- Преобразование 2D-эскизов в 3D-модели – удобная функция для работы с чертежами.
- Упрощение геометрии для расчетов – удаление мелких деталей, объединение тел для ускорения вычислений.
- Интеграция с ANSYS Workbench – легкий переход от моделирования к расчетам.

Таблица 4 – Программа ANSYS DesignModeler

Преимущества	Недостатки
1. Упрощение сложных моделей для расчетов.	1. Не предназначен для классического 3D-моделирования, как SolidWorks или FreeCAD.
2. Поддержка параметрического моделирования.	2. Бесплатные версии для студентов предоставляются с ограниченными возможностями использования.

Продолжение таблицы 4 – программа ANSYS DesignModeler

3. Импорт большинства популярных CAD-форматов.	3. Интерфейс сложен для новичков.

Таким образом, выбор САПР-программы зависит от специфики задач и требований пользователя.

- FreeCAD – мощная параметрическая САПР с открытым исходным кодом, подходящая для машиностроения и 3D-печати.
- DesignSpark Mechanical – удобное ПО для быстрого моделирования, особенно в области электроники и 3D-прототипирования.
- QCAD – отличный инструмент для 2D-чертежей и архитектурного проектирования.
- ANSYS Design Modeler – профессиональное решение для подготовки геометрии к инженерным расчетам.

Несмотря на некоторые ограничения, бесплатные версии этих программ предоставляют пользователям мощные инструменты для проектирования, инженерного анализа и черчения. Бесплатные САПР-решения позволяют разрабатывать проекты без финансовых вложений, что делает их отличным вариантом для студентов, инженеров-любителей и малых предприятий.

Список литературы

1. DesignSpark CAD Design & 3D Modelling Software // официальный сайт URL: <https://www.rs-online.com/designspark/mechanical-software> (дата обращения: 16.03.2025).
2. Introduction to Ansys DesignModeler | Ansys Training // официальный сайт URL: <https://www.ansys.com/> (дата обращения: 29.08.2025).
3. QCAD // официальный сайт URL: <https://www.qcad.org/en/> (дата обращения: 29.08.2025).
4. Ваша собственная программа трёхмерного моделирования - FreeCAD // официальный сайт URL: <https://www.freecad.org/features.php> (дата обращения: 29.08.2025).
5. Денисов, М. А. Инженерная графика в международном сотрудничестве: учебное пособие/ М. А. Денисов. – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2024 – 195 с.
6. САПР - системы автоматизированного проектирования – URL: <https://seniga.ru/chto-takoe-sapr.html> (дата обращения 29.08.2025).

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ТЕМПЫ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ИНФОРМАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В ПРОЦЕССЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА

**Стрижакова К. Д., Дмитриев М. К., Ильина А.А., канд. техн. наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: Развитие строительной отрасли невозможно без цифровизации. Внедрение технологий информационного моделирования уже повлияло на увеличение скорости и качества проектирования и строительства, а интеграция искусственного интеллекта позволит ускорить этот процесс, делая его точнее и эффективнее. В статье рассмотрены процессы технологии информационного моделирования с использованием искусственного интеллекта и без, а так же произведен анализ существующих программных комплексов для проектирования и строительства с использованием искусственного интеллекта.

Ключевые слова: ТИМ (технология информационного моделирования), BIM (Building Information Modeling), искусственный интеллект (ИИ), автоматизация проектирования, строительство, внедрение

Строительная отрасль на протяжении многих десятилетий остается одной из наиболее капиталоемких и сложных по организации сфер экономики. По данным McKinsey (международная консалтинговая компания, специализирующаяся на решении задач, связанных со стратегическим управлением), производительность труда в строительстве за последние 20 лет увеличивалась в разы медленнее, чем в промышленности и сфере услуг. Это во многом связано с низким уровнем цифровизации, сложностью координации участников проекта и высокой стоимостью ошибок на каждом этапе [1].

В последние годы ключевым направлением трансформации строительной отрасли стало внедрение ТИМ - технологии информационного моделирования зданий и сооружений или ее его нахватают BIM (Building Information Modeling). BIM позволяет создавать цифровой двойник объекта, содержащий геометрию, данные о материалах, сроках, стоимости и дает возможность оценивать процессы жизнедеятельности зданий и сооружений на этапе эксплуатации. Однако, несмотря на преимущества, темпы внедрения BIM во многих странах, включая Россию, остаются ограниченными [2].

Согласно данным торговой площадки для строителей BIMOBJECT [3]. по итогам опроса, проведенного в 2023 году среди архитекторов и инженеров, внедрения BIM имеет ряд положительных аспектов (рисунок 1).

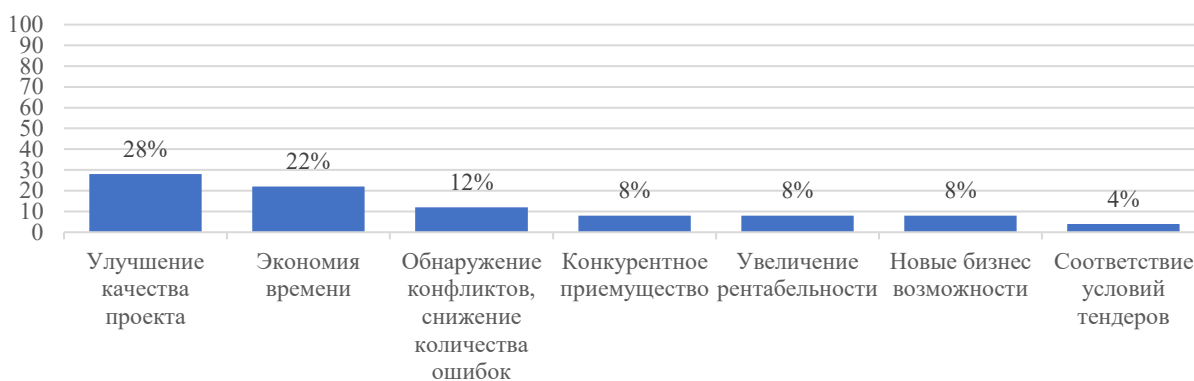


Рисунок 1 – Ключевые аспекты внедрения BIM

На сегодняшний день, BIM системы широко используется в проектировании, несколько меньше – в строительстве, и еще реже – на стадиях эксплуатации. В России, по данным Минстроя, около 80 % BIM-практики приходится на проектные работы, 18 % – на строительство, и около 2 % – на предпроектные стадии [4].

Зарубежный опыт внедрения технологий информационного моделирования зародился еще 80-х годах прошлого века и поэтому показывает более высокий уровень: в Великобритании около 73 % строительных компаний используют BIM в той или иной степени, а в странах Скандинавии и Сингапуре применение BIM стало обязательным при реализации государственных проектов (рисунок 2).



Рисунок 2 – Этапность появления технологий информационного моделирования в проектировании и строительстве разных стран.

Ситуация начинает меняться с появлением искусственного интеллекта (далее ИИ), который интегрируется в BIM-системы

ИИ может взять на себя все рутинные процессы. Вместо людей, которые часами проверяют чертежи, это могут делать алгоритмы. Та же компьютерная графика уже умеет распознавать элементы на чертежах и на их основе почти самостоятельно собирать 3D-модели [5].

Еще одна сильная сторона – генеративный дизайн. Задаешь программе исходные данные: бюджет, материалы, строительные нормы, а она выдает несколько вариантов планировок или конструкций [6].

ВІМ-модели – это большой объем данных, комбинация программ, каждая из которых выполняет свою функцию, будь то расчет конструкций, оценка сметной стоимости, текущая и исполнительная документация, вручную с такими объемами данных работать невозможно. ИИ может просчитать сроки строительства с учетом коллизий, возможное увеличение сметой стоимости и тд. На выходе ИИ+ ВІМ не просто цифровая модель здания или сооружения, а инструмент для прогнозирования возможных проблем и их решений [7].

В условиях стройплощадок ИИ также может свое применение. Камеры и дроны снимают процесс, а нейросети в реальном времени ищут отклонения от проекта или нарушения техники безопасности, вносят изменения в информационную модель, с учетом полученных данных. Контроль становится не выборочным, а постоянным, что несомненно будет влиять на уменьшение количества недоработок и аварий [8].

И наконец, ИИ применяется не только на этапе проектирования, но и при эксплуатации зданий и сооружений. С помощью датчиков «умного дома» ИИ может прогнозировать расход энергии, вовремя находить неисправности и планировать обслуживание.

В таблице 1 проведен сравнительный анализ использования с ВІМ-процессов на основе ИИ и без.

Таблица 1 – Ключевые аспекты внедрения ВІМ

Аспекты	ВІМ без использования ИИ	ВІМ с использованием ИИ
1	2	3
Обнаружение столкновений	Ответственный инженер, ВІМ – инженер, руководитель	Автоматическое обнаружение в режиме реального времени
Оптимизация конструкции	Предложения, основанные на типовых решениях, профессиональном опыте	Предложения, основанные на искусственном интеллекте
Планирование строительства	Сдвигающиеся сроки, человеческий фактор	Более динамичное, основанное на базах данных ИИ
Оценка стоимости	Склонность к ошибкам, человеческий фактор	Оценки точности с помощью ИИ, предложение альтернативных вариантов снижения стоимости, короткие сроки
Планирование технического обслуживания	Реактивный, выезд на место строительства	Прогнозирование с помощью цифровых двойников

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Анализ устойчивости	После стадии проектирования	Интегрирован со стадии разработки концепции
Кадровое обеспечение	Высококвалифицированные кадры, знакомые с ВІМ или повышение квалификации имеющихся кадров	Высококвалифицированные кадры, знакомые с ВІМ и способные грамотно создавать команды для ИИ и оценивать его работу на выходе, имеющие перекрёстные

		специальности (строительство +информационные технологии) или повышение квалификации имеющихся кадров

Совместная работа BIM и ИИ начинает появляться во многих программных комплексах.

Autodesk Project Discover – система, использующая ИИ для генеративного дизайна офисных пространств. Позволяет проектировать помещения с учетом освещенности, стоимости и предпочтений сотрудников.

Платформа «Самолёт 10D» (Россия) – интегрирует BIM, ИИ и аналитику данных для автоматизации учета, проектирования и управления строительными проектами.

Renga (Россия) – BIM-система для архитектурно-строительного проектирования, разработки несущих конструкций, внутренних инженерных сетей и технологической части зданий и сооружений.

Bentley Systems – внедряет ИИ для предиктивного обслуживания инфраструктуры, включая мосты и дороги, используя BIM-модели как основу цифровых двойников.

Дроны и роботизированные системы – компании внедряют беспилотники для мониторинга строительства и роботов-сканеров, которые способны проверять тысячи квадратных метров за считанные часы.

Несмотря на весь потенциал, интеграция ИИ в BIM наталкивается на серьёзные препятствия. Эффективность алгоритмов целиком зависит от качества данных в модели, а ошибки на входе ведут к ошибкам на выходе. Ситуацию усложняют отсутствие единых стандартов, дороговизна внедрения и острая нехватка специалистов, совмещающих знания в BIM и ИИ. Отдельным барьером остаются не проработанные правовые нормы: непонятно, кто несёт ответственность за решения, принятые искусственным интеллектом [9].

Искусственный интеллект становится мощным ускорителем внедрения BIM в проектирование и строительство. Его применение позволяет автоматизировать рутинные процессы, повышать точность проектирования, прогнозировать риски и улучшать контроль качества. В результате снижаются сроки реализации проектов (на 10–30 %), а перерасход бюджета сокращается на 10–20 %.

Список литературы

1. Клиндухова Ю. ИИ в строительстве: экономика, сроки, бюджеты, потенциал роста рынка // [dvizhenie.ru](https://dvizhenie.ru/media/2452/iskusstvennyj-intellekt-v-stroitelstve). URL: <https://dvizhenie.ru/media/2452/iskusstvennyj-intellekt-v-stroitelstve> (дата обращения: 31.08.2025).

2. Андреев А. Будущее строительства: как искусственный интеллект меняет правила игры // bim-info. URL: <https://bim-info.ru/articles/budushchee-stroitelstva-kak-iskusstvennyy-intellekt-menyaet-pravila-igry> (дата обращения: 31.08.2025).
3. Денисс Л. Будущее BIM: новые тенденции и технологии / Denisse Luna // bimobject.com. – URL: <https://business.bimobject.com/blog/the-future-of-bim-emerging-trends-and-technologies/> (дата обращения: 31.08.2025).
4. BIM-технологии в России использует только треть строительных компаний // strategy.ru. – URL: <https://strategy.ru/research/expert/bim-tehnologii-v-rossii-ispolzuet-tolko-tret-stroitelnykh-kompaniy-133/> (дата обращения: 02.09.2025).
5. Анализ влияния искусственного интеллекта на отрасль информационного моделирования зданий (BIM) // MarketsandMarkets. URL: <https://www.marketsandmarkets.com/ResearchInsight/ai-impact-building-information-modeling-industry.asp> (дата обращения: 31.08.2025).
6. Сильвестре А. 5 способов, как ИИ меняет BIM: генеративный дизайн, прогнозирование, роботизация, устойчивость // Lasting Dynamics. URL: <https://www.lastingdynamics.com/blog/bim-and-ai-automation-construction> (дата обращения: 31.08.2025).
7. Ли Ц., Лю Ч., Хань Г., Демиан П., Османи М. Включение ИИ с BIM для устойчивого строительства и оптимизации // MDPI. URL: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/24/10848> (дата обращения: 31.08.2025).
8. Карант Е. Д. Каким образом ИИ + BIM изменяют строительство и робототехнику // cifrastroy. URL: <https://cifrastroy.ru/posts/kak-tehnologii-bim-ii-i-roboty-menjajut-stroitelnuju-otrasl> (дата обращения: 31.08.2025).
9. Укамака А. К., Омине У. У., Оби-обуоха А., Джолашо А. А., Олайеми О. М. Искусственный интеллект как инструмент для улучшения информационного моделирования зданий (BIM) [Текст] / Укамака А. К., Омине У. У., Оби-обуоха А., Джолашо А. А., Олайеми О. М. // World Journal of Advanced Research and Reviews. – 2024. – № ISSN 2581-9615

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ: ОБЗОРНЫЙ АНАЛИЗ

Суслин М.Н.,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация: В данной статье рассмотрены преимущества и недостатки BIM в контексте повышения эффективности проектирования, а также приведен анализ научных исследований, посвященных данной тематике.

Ключевые слова: BIM, проектирование

В современных условиях проектирования инженерных систем, в том числе систем вентиляции и кондиционирования, все большее распространение получает технология информационного моделирования зданий (BIM). Данный подход позволяет автоматизировать проектные процессы, повышать точность расчетов и координацию между специалистами, а также снижать затраты на строительство и эксплуатацию объектов. Тем не менее, несмотря на очевидные преимущества, внедрение BIM в проектирование систем вентиляции сопряжено с рядом сложностей, среди которых высокая стоимость перехода, несовместимость программного обеспечения и недостаток специалистов, обладающих компетенциями в данной области.

Снижение ошибок и устранение коллизий

Одним из ключевых преимуществ использования BIM при проектировании инженерных систем является возможность автоматизированного обнаружения коллизий между различными коммуникациями. Исследования Иванова и др. [1] показали, что применение clash-detection в BIM позволяет снизить количество ошибок при проектировании систем вентиляции на 30–50%. Это особенно актуально для сложных промышленных и общественных зданий, где пересечение воздуховодов с другими инженерными системами может привести к серьезным ошибкам на стадии монтажа. Дополнительные исследования Смирнова [2] подтверждают, что внедрение BIM сокращает количество переделок в проектах на 25%, что напрямую снижает затраты и повышает качество проектных решений. Однако в указанных источниках отсутствуют конкретные примеры неудачных кейсов при традиционном подходе, что ограничивает полноту анализа.

Повышение скорости разработки проектной документации

Согласно исследованию Петрова и Васильева [3], использование BIM в проектировании инженерных систем сокращает время на подготовку проектной документации на 40%. Это достигается благодаря параметрическим объектам,

автоматическому обновлению чертежей при внесении изменений и централизованному управлению данными. Однако, как отмечает Сидоров [4], освоение BIM требует значительных временных затрат на обучение персонала, особенно в организациях, ранее использовавших традиционные методы проектирования. Следует отметить, что в этих исследованиях не раскрываются детали методики оценки временных затрат, что затрудняет воспроизводимость и критическую оценку полученных данных.

Улучшение координации между специалистами

BIM предоставляет возможность совместной работы проектировщиков различных специализаций в едином цифровом пространстве. Исследования Захарова и др. [5] подтверждают, что интеграция 4D и 5D BIM-моделей способствует более точному планированию строительных работ и бюджетов. Это особенно важно при проектировании систем вентиляции, где точная привязка оборудования и трассировка воздуховодов играют ключевую роль в эффективности функционирования всей системы. Тем не менее, в публикациях отсутствуют данные об ошибках координации, возникающих даже при использовании BIM, что создает впечатление односторонне положительной картины.

Проблемы совместимости программных продуктов

Несмотря на развитие стандартов BIM, совместимость программного обеспечения остается одной из основных проблем. На практике нередки случаи, когда при передаче моделей между Revit и ArchiCAD возникают искажения геометрии, потеря метаданных или невозможность распознавания параметров инженерных объектов. Например, в проекте реконструкции административного здания в Санкт-Петербурге (ПАО "СтройПроект", 2021), при попытке интеграции модели ОВИК-системы, разработанной в MagiCAD, в общую архитектурную модель Revit, произошла частичная потеря слоёв воздуховодов, что потребовало ручной корректировки. Этот случай демонстрирует, что даже при формальном соблюдении формата IFC могут возникать сложности, обусловленные различиями в реализациях стандартов разными производителями ПО. Алексеева [7] указывает, что различия в форматах файлов Revit, ArchiCAD, Tekla и других программ затрудняют передачу данных между проектировщиками. Однако публикация не содержит конкретных примеров возникновения сбоев при передаче данных, что снижает наглядность утверждений. Исследования Белова [8] подтверждают, что 20% ошибок в проектировании возникают из-за несовместимости программных платформ и недостаточной поддержки формата IFC, однако способ сбора этих данных не раскрывается, что затрудняет оценку их достоверности.

Дефицит квалифицированных специалистов

Громов [9] отмечает, что нехватка специалистов, владеющих BIM, является серьезным барьером для его внедрения в проектные организации. По данным Романовой и др. [10], согласно опросу 70% компаний сталкиваются с трудностями при поиске BIM-координаторов и инженеров, обладающих соответствующими компетенциями. Исследование охватывало 120 проектных организаций в шести регионах РФ и включало анкетирование технических директоров и HR-специалистов. Однако авторы не раскрывают полную методику отбора респондентов, что ограничивает репрезентативность результатов и требует осторожного подхода при интерпретации статистических выводов. Это может повлиять на интерпретацию статистики и требует более тщательной и понятной проверки. Введение специализированных образовательных программ и повышение уровня подготовки специалистов может стать одним из решений данной проблемы.

Организационные барьеры

В исследовании Дмитриева [11] указано, что 35% компаний откладывают внедрение BIM из-за высокой стоимости перехода. Согласно исследованию к основным затратным статьям относятся лицензирование программного обеспечения до 40% от общих расходов, обучение персонала 25–30%, приобретение более мощного оборудования и перестройка рабочих процессов. Кроме того, переход на BIM требует временных затрат, связанных с адаптацией персонала и изменением структуры управления проектами. Например, внедрение BIM в среднюю проектную организацию с численностью до 50 человек может потребовать инвестиций до 5–7 млн рублей в течение первого года (Новикова, 2021), что делает этот процесс экономически сложным для малого и среднего бизнеса. Отсутствие четкой финансовой поддержки со стороны государства или заказчиков также усугубляет ситуацию. Однако отсутствует структура этих затрат — неизвестно, какие именно статьи (лицензии, обучение, оборудование и пр.) оказывают наибольшее влияние. Это затрудняет оценку обоснованности отказа от внедрения. Кузнецов [12] отмечает, что долгосрочные выгоды от использования BIM, такие как снижение затрат на эксплуатацию и повышение качества проектных решений, компенсируют первоначальные затраты. Важно было бы дополнить сравнительным анализом общих затрат за жизненный цикл проекта с BIM и без него.

Заключение

BIM-технологии обладают значительным потенциалом для повышения эффективности проектирования систем вентиляции и кондиционирования, особенно в условиях комплексных и многофункциональных объектов, где требуется высокая степень координации между разделами. Их эффективность наиболее очевидна при наличии квалифицированных специалистов,

налаженного обмена данными между программными продуктами и использовании BIM на всех этапах жизненного цикла объекта. Однако в малых проектах с ограниченным бюджетом и сроками, а также при отсутствии интеграции со смежными инженерными дисциплинами, потенциальная выгода может быть значительно снижена. Их применение позволяет минимизировать ошибки, ускорить процесс проектирования и улучшить координацию между специалистами. Однако существующие ограничения, такие как несовместимость программного обеспечения, нехватка специалистов и высокая стоимость внедрения, требуют дальнейших исследований и совершенствования методик интеграции BIM в проектную деятельность. Перспективными направлениями развития являются стандартизация данных, улучшение образовательных программ, создание открытых библиотек компонентов и разработка адаптивных решений для различных типов объектов. Для обоснованного масштабного внедрения необходимо проведение комплексных сравнительных исследований с раскрытием методик и экономических обоснований.

Список литературы

1. Иванов А., Петров В., Сидоров К. (2022). "Анализ ошибок проектирования при использовании BIM". Журнал строительных технологий, 15(2), 45-58.
2. Смирнов Д. (2021). "Применение BIM для минимизации ошибок проектирования". Инженерные исследования, 10(4), 12-27.
3. Петров В., Васильев А. (2020). "BIM как инструмент повышения производительности в строительстве". Архитектурный вестник, 8(3), 30-42.
4. Сидоров К. (2019). "Проблемы освоения BIM и пути их решения". Цифровое проектирование, 5(1), 18-33.
5. Захаров Л., Орлова Н., Тихонов В. (2021). "BIM и управление строительными проектами". Экономика строительства, 12(2), 50-65.
6. Козлов А. (2022). "Экономическая эффективность BIM: проблемы оценки". Финансы и строительство, 6(1), 39-51.
7. Алексеева Ю. (2020). "Проблема совместимости программных решений BIM". Цифровая архитектура, 7(4), 20-32.
8. Белов М. (2021). "Анализ ошибок в BIM-моделях". Современное строительство, 11(3), 44-57.
9. Громов С. (2021). "Подготовка специалистов для работы в BIM-среде". Образование и технологии, 9(2), 15-28.
10. Романова В., Смирнова Е., Лебедев И. (2022). "Дефицит кадров в сфере BIM". Технологии проектирования, 14(1), 60-75.

11. Дмитриев О. (2020). "Факторы, влияющие на внедрение BIM". Менеджмент в строительстве, 8(3), 22-38.
12. Кузнецов П. (2021). "Долгосрочные выгоды BIM". Инвестиции в строительство, 10(2), 31-46.

РЕАЛИЗАЦИЯ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПРОЕКТОВ РОССИИ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

**Тарановская Е.А., к.т.н., Шевченко О.Н., к.п.н., доцент,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: Реализация национальных проектов в Российской Федерации — инструмент достижения национальных целей развития страны, определённых Указом Президента №309 от 24.05.2024. С января 2025 года продолжается реализация новых национальных проектов, которые дополняют предыдущие программы 2019–2024 годов.

Ключевые слова: автомобильные дороги, дорожная инфраструктура, национальный проект, дорожная сеть

В 2024 году завершилась реализация национального проекта «Безопасные качественные дороги», который внес значительный вклад в развитие дорожной инфраструктуры нашей страны. Если на старте его реализации доля дорог городских агломераций в нормативном состоянии составляла 44 %, то к концу 2024 года этот показатель достиг 85,7 %. Аналогичное значение по региональным дорогам увеличилось с 43,6 до 55,2 %. В Оренбургской области благодаря национальному проекту завершены работы на 46 объектах, протяженностью более 90 км.

Мероприятия по развитию автомобильных дорог и общественного транспорта в период с 2025 по 2030 год будут продолжены в рамках нового национального проекта — «Инфраструктура для жизни».

Главные задачи одного из самых масштабных нацпроектов — улучшать условия жизни людей и связность территорий России. В наших городах и селах возводят новые дома, обустраивают дворы и парки, развивают сеть маршрутов общественного транспорта, на которые выводят комфортные автобусы, трамваи, поезда. А опорную сеть автодорог, включающую 140 тысяч километров федеральных и региональных трасс, формируют по принципу «бесшовной логистики» — поездки между регионами становятся быстрыми и комфортными. За это и отвечает нацпроект «Инфраструктура для жизни».

В текущем году в рамках этого проекта будет выполнен капитальный ремонт участка региональной трассы Орск – Домбаровский – Светлый от села Еленовка до поворота на город Ясный в Ясненском муниципальном округе Оренбургской области. Протяженность объекта — 10 км. Это одна из главных транспортных артерий восточного Оренбуржья. Трасса входит в региональную опорную сеть и пролегает по Новоорскому, Домбаровскому, Светлинскому районам и Ясненскому муниципальному округу. Ее общая протяженность — 208

км. Интенсивность движения транспорта на этой трассе довольно высокая — почти 1,5 тыс. автомобилей в сутки. Здесь проходят школьные маршруты, по дороге доставляют пациентов в клиники Орска, перевозят урожай во время уборочных кампаний. В ходе капитального ремонта специалисты подрядной организации заменят все слои дорожной одежды, включая основание. Эти работы помогут восстановить несущую способность трассы, что особенно важно для обеспечения движения потока грузового транспорта. Также на участке будут обустроены примыкания второстепенных дорог, заменены водопропускные трубы, установлены новые знаки, барьерное ограждение и сигнальные столбики. Для безопасности пешеходов оборудуют остановочные павильоны, пешеходные переходы и светофоры. Горизонтальную дорожную разметку нанесут термопластиком.

Таким образом, дорога Орск – Домбаровский – Светлый приводится в нормативное состояние поэтапно. Так, с 2019 по 2024 год по нацпроекту «Безопасные качественные дороги» было обновлено несколько участков общей протяженностью 121 км. Так же В 2024 году на 86 км дороги установлен автоматический пункт весогабаритного контроля. Это уже 14 такой объект в регионе. «Умные весы» контролируют трафик большегрузов, что позволяет сохранять дороги области от преждевременного износа.

На территории Бугурусланского и Бузулукского районов Оренбургской области в 2025 году в рамках национального проекта «Инфраструктура для жизни» капитально отремонтируют 22 км трассы Бугульма – Бугуруслан – Бузулук – Уральск. Специалисты подрядной организации заменят все слои дорожной одежды, включая основание, выполнят переустройство обочин, ремонт и замену водопропускных труб. Кроме того, обновят всю дорожную инфраструктуру — барьерное ограждение, дорожные знаки, остановочные павильоны, сигнальные столбики, нанесут разметку.

Бугульма – Бугуруслан – Бузулук – Уральск — одна из главных транспортных артерий западного Оренбуржья. Она входит в опорную сеть дорог и пролегает по территории пяти районов региона — Северного, Бугурусланского, Бузулукского, Курманаевского и Первомайского, от административной границы с Республикой Татарстан до автомобильного пункта пропуска «Теплое» на российско-казахстанской границе. Трасса связывает между собой и с районными центрами десятки населенных пунктов, имеет транзитное значение. Отличается высоким трафиком — ежедневно здесь проезжает 3,9 тыс. автомобилей. Привести ее в нормативное состояние на всем протяжении — почти 350 км — одна из приоритетных задач, стоящих перед оренбургскими дорожниками. За шесть лет по нацпроекту «Безопасные качественные дороги» уже обновлено 176,6 км. Это 59 % от общей длины.

Только в 2024 году капитально отремонтировали 32 км в Северном и Первомайском районах области.

В 2025 году в Оренбургской области дорожный сезон начался с обновления шести мостовых сооружений.

Два объекта являются переходящими с 2024 года. Один из них — это мост через реку Суундук на 17-м км трассы Красноярский – Кваркено – Коминтерн в Кваркенском районе. Его готовность на сегодняшний день составляет 37%. Планируется, что работы будут завершены до ноября текущего года. Еще один переходящий объект — мост через реку Чаган на 330-м км региональной автомобильной дороги Бугульма – Бугуруслан – Бузулук – Уральск в Первомайском районе.

На четырех искусственных сооружениях ведется капитальный ремонт с полной заменой конструкций. Это мосты через реку Гусиху (62,2 пог. м) на 45-м км трассы Переволоцкий – Кичкасс в Переволоцком районе, через реку Большой Уран на 1-м км автодороги Кичкасс – Габдрафиково в Переволоцком районе длиной 62,2 пог. м, мост через реку Сок на 47-м км дороги Бугульма – Бугуруслан – Бузулук – Уральск в Северном районе и переправа через реку Малый Юшатырь на 6-м км дороги Стретинка – Благодарное в Тюльганском районе.

Масштабную модернизацию мостов и путепроводов в регионе начали в 2022 году. За этот период на дорогах регионального значения приведено в нормативное состояние 32 искусственных сооружения. В текущем году в Оренбургской области работы будут идти на 19-и объектах. До конца года планируется привести в нормативное состояние 15 из них.

В новом дорожном сезоне завершат начавшиеся в 2024 году работы по реконструкции моста через реку Суундук на 17-м км трассы Красноярский – Кваркено – Коминтерн в Кваркенском районе протяженностью 126,2 пог. м, а также по ремонту перехода через реку Чаган на 330-м км автомобильной дороги Бугульма – Бугуруслан – Бузулук – Уральск в Первомайском районе длиной 75,7 пог. м. Готовность объектов — более 30 %.

К подготовительным работам по капитальному ремонту приступили на 4 объектах текущего года. Это мост через реку Гусиху (62,2 пог. м) на 45-м км трассы Переволоцкий – Кичкасс в Переволоцком районе, искусственное сооружение через реку Большой Уран на 1-м км автодороги Кичкасс – Габдрафиково в Переволоцком районе длиной 62,2 пог. м, переход через реку Сок на 47-м км дороги Бугульма – Бугуруслан – Бузулук – Уральск в Северном районе и переправа через реку Малый Юшатырь на 6-м км дороги Стретинка – Благодарное в Тюльганском районе. Специалисты подрядных организаций начали демонтаж старых сооружений. На объектах будет выполнена замена всех

основных конструкций: опор, пролетных строений, мостового полотна. Проведут устройство новых деформационных швов, уложат покрытие проезжей части из асфальтобетона, установят новые барьерные и перильные ограждения.

На всех объектах обустроены временные объезды, по которым будет осуществляться движение транспорта на время выполнения работ. После капитального ремонта мосты будут отвечать всем современным требованиям. Срок их службы составит не менее 50 лет. Они будут способны выдерживать движение транспортных средств массой до 100 тонн.

Напомним, начиная с 2022 года в Оренбуржье обновили 32 моста и путепровода. За 2024 год по национальному проекту «Безопасные качественные дороги» отремонтировали, капитально отремонтировали и реконструировали 14 искусственных сооружений общей протяженностью более 1 тыс. пог. м.

Порядка 70 км покрытия обновлено на региональных и межмуниципальных дорогах. В Новосергиевском районе завершен капитальный ремонт подъезда к селу Лапаз протяженностью 1,4 км, а также участок дороги Лапаз – Новородниковка. Специалисты заменили 2 км гравийного покрытия на асфальтобетонное. Обе дороги ведут к строящемуся животноводческому комплексу. Благодаря капитальному ремонту обеспечен бесперебойный оборот сельхозпродукции, что положительно скажется на социальном и экономическом развитии села, в котором проживает почти 500 человек.

На западе области продолжается поэтапное приведение к нормативу одной из основных транспортных магистралей региона — дороги Бугульма – Бугуруслан – Бузулук – Уральск. В текущем году работы выполнены на участках в Северном и Первомайском районах. Общая протяженность объектов составила 32 км. Подрядчик заменил все слои дорожной одежды, включая основание, провел ремонт и замену водопропускных труб, обустройство обочин и примыканий второстепенных дорог. Также специалисты заменили и установили новые барьерные ограждения и дорожные знаки.

В нормативное состояние привели трассу Шарлык – Новосергиевка. С 2019 года участки дороги капитально ремонтировались. В 2024 году был реконструирован последний отрезок протяженностью 5,5 км. В результате его несущая способность увеличена с 6 до 11,5 тонн на ось. Теперь дорога находится в нормативном состоянии на всем протяжении — 124 км.

Постепенно преобразается и трасса Орск – Шильда – граница Челябинской области. В текущем году проведен капремонт 17 км в Новоорском, Адамовском и Кваркенском районах. В ближайшие годы планируется отремонтировать часть дороги, проходящей по территории поселка Новоорск. Это станет завершающим этапом обновления трассы на всем протяжении.

Также в 2024 году в Оренбуржье обновили 22,5 км местной дорожной сети. Из них в столице региона — 17,6 км и 4,9 км — в Орске. Среди тех улиц, которые были отремонтированы, есть как крупные городские магистрали, так и небольшие.

Так в областном центре отремонтирован проспект Парковый от Привокзальной площади до улицы Постникова, протяженностью 1,4 км. Рабочие выполнили фрезерование изношенного асфальтобетона, демонтаж и установку нового тротуара, уложили выравнивающий и верхний слои покрытия. Эта дорога ведет к площади имени Ленина, которая является традиционной праздничной локацией новогодних гуляний в областном центре.

Благодаря национальному проекту «Безопасные качественные дороги» в Орске в порядок привели 4,9 км дорожного полотна. Обновили улицы Братскую, Станиславского, Московскую, Краматорскую, дублер проспекта Мира, подъездные пути к стадиону «Локомотив», участок в районе магазина «Лента». На дорогах обустроили заездные карманы, установили остановки ожидания общественного транспорта, светофоры, дорожные знаки, нанесли разметку.

Кроме того, в 2024 году в нормативное состояние привели 14 искусственных сооружений общей протяженностью свыше 1 тыс. пог. м.

Реализация национальных проектов в Оренбургской области, таких как «Безопасные качественные дороги» и «Инфраструктура для жизни», позволила значительно улучшить состояние дорожной сети и транспортной инфраструктуры региона. Это способствует повышению качества жизни населения, развитию логистики и укреплению экономических связей как внутри области, так и с соседними регионами.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации №309 от 24.05.2024 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года».
2. Паспорт национального проекта «Безопасные качественные дороги».
3. Паспорт национального проекта «Инфраструктура для жизни».
4. Официальные данные Правительства Оренбургской области о реализации дорожных проектов.
5. Материалы пресс-службы Министерства транспорта Российской Федерации.
6. Статистические отчеты и аналитические материалы по дорожному хозяйству Оренбургской области.

СТРОИТЕЛЬСТВО ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ В ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОЧИХ ПРОЦЕССОВ

**Таурит Е.Б., Оденбах И.А., канд. пед. наук, доцент, Бышкин Е.А.,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация. В статье описывается автоматизирование рабочих процессов при возведении земляного полотна на автомобильных дорогах общего пользования в Оренбургской области. Рассматривается применение системы 3D ГНСС при возведении земляного полотна на автомобильных дорогах с учетом этапов производства работ и применяемой техники для выполнения технологических процессов. Анализируется влияние система 3D ГНСС на работу машин на всех этапах, и какие преимущества можно получить в ходе её использования.

Ключевые слова: автоматизация, улучшение работ, уменьшение затрат, земельное полотно, новые технологии, автомобильная дорога.

Развитие технологий не стоит на месте. Инновации широко применяются и в дорожной отрасли Оренбургской области. Автоматизация рабочих процессов при возведении земляного полотна — это использование средств автоматики, телемеханики и вычислительной техники для управления машинами и контроля выполнения рабочих операций. Цель — повысить производительность труда, улучшить качество работ и снизить затраты энергии.

Характерными отличиями автоматизации является использование робототехники и устройств, позволяющих автоматизировать рабочие процессы, улучшая при этом конечный результат и уменьшая затраты, которые неизменно сопутствуют при любых работах данного вида.

Автоматизация может быть полной и частичной [1].

Применение автоматизации при возведении земляного полотна регламентировано, например: СТО НОСТРОЙ 2.25.23-2011 – стандарт Национального объединения строителей, устанавливает правила выполнения земляных работ при сооружении земляного полотна автомобильных дорог с использованием средств механизации, включая автоматизацию [4,6].

СТО НОСТРОЙ 2.25.23-2011 «Строительство земляного полотна автомобильных дорог». Часть 1 «Механизация земляных работ при сооружении земляного полотна автомобильных дорог» регламентирует строгую последовательность возведения земполотна на автомобильных дорогах.

В технологии строго выстроена система производимых работ в определённой последовательности [2,5].

Первый этап - подготовительные работы.

Вторыми и самыми важными работами, без которых невозможно остальное производство, является добыча грунта в карьере при помощи экскаватора, а также погрузка, подвозка, и разгрузка данного материала самосвалами на месте проведения работ.

При выполнении этих работ требуется учесть логистический фактор поскольку правильно выбранный маршрут, техника, время подхода и загрузки существенно уменьшают затраты по времени, которое при строительстве играет не малую роль.

Следующими – третьим этапом работ является послойное разравнивание привезённого грунта с использованными ранее бульдозерами или автогрейдерами, а также увлажнение всей площади полотна с помощью автоцистерн для эффективного последующего уплотнения.

Послойное разравнивание грунта производят именно бульдозеры. Проведем сравнение двух механизмов бульдозера и автогрейдера, их рабочих органов, мощностей, а также шасси, на которые установлены данные машины. Сравнение начнем с рабочих органов – это отвалы. У бульдозера он значительно больше по площади и по объему, чем у автогрейдера, что позволяет захватывать больше грунта за один заход. Характеристика мощностей двигателей машин зависит от мощности двигателя, применяем тяжёлый бульдозер с мощностью двигателя 225 кВт и тяжёлый автогрейдер ДЗ-98 с мощностью от 169 кВт. Из этих данных можно сделать вывод о том, что бульдозеру с такой мощностью будет намного проще передвинуть массу грунта, чем автогрейдеру.

Сравним шасси, которое использует данная техника. Автогрейдер использует колёсную базу 3х3, что хорошо подходит для уплотнённого грунта или асфальтобетона при отчистке в зимний период от снега. Колеса имеют меньшую проходимость по рыхлым материалам, что является проблемой по сравнению с гусеничным ходом бульдозера или экскаватора. Зубцы, на гусеницах, погружаясь в грунт или иные рыхлые материалы, создают сцепление, что позволяет передвигаться в данных условиях местности, не теряя подвижности и не застревая.

Четвертым этапом работ является уплотнение. В рассматриваемой технологии предлагается использовать катки пневмоколесные и гладко вальцовые с вибро-уплотнением.

Завершающим этапом является профилирование земляного полотна и откосов. Этот вид работ выполняет автогрейдер с помощью отвала, установленного под машиной в центре. Данный рабочий орган может работать в

положении до 30 градусов, снимая лишний слой грунта и формируя идеальные профили у поверхности полотна и его откосов [3].

В Оренбургской области использовалась техника с 3ГНСС системой на следующих объектах:

- при возведении путепровода на ул. Конституция СССР;
- возведение дублёра ул. Чкалова и присоединение к загородному шоссе;
- капитальный ремонт автодороги на отрезке Бугуруслан - Северный.

Рассмотрим применение системы 3D ГНСС при возведении земляного полотна на этих объектах Оренбургской области с учетом этапов производства работ и применяемой техники для выполнения технологических процессов.

Проанализируем, как повлияет система 3D ГНСС на работу машин на всех этапах, и какие преимущества можно получить в ходе её использования.

Бульдозер применяется для срезки растительного слоя и послойного разравнивания привезённого из карьера грунта. Для того чтобы автоматизировать работу этой машины используется 3D MC – X MAX система, это та же ГНСС система, но уже без использования специальных мачт с антеннами которые принимали спутниковый сигнал. За счет чего не происходит уменьшения обзора машиниста. Помимо самой системы на технику требуется установить инерциальный датчик TS – i4, который отслеживает положение отвала и в случае отклонения корректирует его. Так же установить электромагнитный клапан для подачи необходимого давления на рабочие органы машины, радиоантенну, служащую для приема поправок от базовой станции. Спутниковые антенны GR – i3, которые принимают сигналы со всех ближайших спутников, блок управления MC – X3, который обрабатывает все полученные данные и отправляет их на панель управления GX – 55. Через установленное оборудование машинист может следить за всеми показателями машины и вносить корректировки. Именно в эту панель загружается цифровой план, по которому работает техника с этой системой.

Экскаватор применяется для выработки грунта в карьере, но может применяться и для создания сложных откосов и рытья траншей. Оборудование и датчики на нем такие же, как и на бульдозере. Исключение составляет блок управления. Его заменяет небольшой контролер. На экскаватор устанавливается гироскоп, который контролирует положение техники на участках, находящихся под углом, предотвращая опасный крен и опрокидывание машины посылая сигнал на панель управления машиниста-оператора, дополнительно установлены джойстики управления, с которых можно переключаться в режим автоматики. Автоматизация здесь заключается в том, что система контролирует угол атаки ковша, направление и длину стрелы, а также глубину выкапывания до той отметки, которая была предусмотрена цифровым планом.

Автосамосвалы – для данной техники, в нашем случае, установлены только камеры заднего, переднего и кругового вида. В настоящее время есть отечественные разработки и прототипы карьерных роботизированных самосвалов от компании КАМАЗ, такие как «Юпитер 30» и «Атлант 49». В будущем можно предположить о создании подобных прототипов с габаритами, которые будут соответствовать техническим показателям для использования их в сфере дорожного хозяйства Оренбургской области. На их основе можно будет создать подвид данных машин для ещё одного процесса в формировании земельного полотна - увлажнение грунта. [7]

Катки - у данной техники существует большое количество подвидов. Для катков, используемых в применяемой технологии, в качестве автоматизации используется система 3D ГНСС, датчик уровня уплотнения и температурный датчик. Первый следит за тем, как уплотняется грунт и насколько сильно при проходе катка проседает грунт под ним, а второй датчик используется, для отслеживания температуры смеси под вальцами машины.

Автогрейдер – машина сама по себе уникальная, с помощью неё можно выравнивать и планировать верх насыпи и откосы насыпи с уклоном в 30 градусов. Для неё используются две разные системы автоматизации, ранее упомянутая система 3D ГНСС и 2D System Five. В обеих системах датчики одни и те же: датчик служит для определения угла поворота отвала автогрейдера. Он стационарно крепится в месте прохождения вертикальной оси вращения отвала и не требует обслуживания. Основное назначение датчика – корректировать значение текущего поперечного уклона отвала, изменяющееся в зависимости от угла поворота относительно направления проектного поперечника. Датчик поперечного уклона служит для определения угла поперечного наклона отвала автогрейдера. Он стационарно крепится с тыльной стороны отвала в защищенном месте и не требует обслуживания. Датчик имеет светодиодную индикацию для оперативной диагностики состояния. Стандартно датчик работает в диапазоне ± 45 градусов. Датчик продольного уклона служит для определения угла наклона рамы автогрейдера в продольном направлении (вдоль оси движения). Он также является коммутирующим устройством для подключения остальных внешних датчиков. Датчик стационарно крепится на раму автогрейдера и не требует обслуживания. Основное назначение электромагнитного клапана – это подача необходимого давления на исполнительные органы машины с целью обеспечить их автоматическую работу.

Заключение

Автоматизация рабочих процессов машин имеет следующие преимущества: уменьшение времени на производство работ; уменьшение затрат ресурсов (топливо, строительные материалы, финансы); улучшение качества

производства работ; сокращение участия человека в процессе строительства; уменьшение износа деталей, а так же рабочих органов дорожной техники.

Внедрение автоматизации и робототехники в рабочие процессы, как показала практика, позволяет уменьшить затраты денежных, временных, минеральных и строительных ресурсов, а также уменьшить затраты людских ресурсов на производство данных работ. При этом можно значительно увеличить работоспособность техники, улучшить конечный результат производимых работ, а следовательно, уменьшить количество или же полностью избавиться от переделок и ошибок, которые могут возникнуть при возведении земляного полотна в результате человеческого фактора.

Литература

1. Справочник дорожного мастера: строительство, эксплуатация и ремонт автомобильных дорог: учебно-практическое пособие. – М.: Инфра-Инженерия, 2005. – 924 с.

2. Оденбах И.А., Таурит Е.Б. Управление работой автомобильных дорог: учебное пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. – Оренбург: ОГУ, 2021. – 202 с.

3. СП 48.13330.2019 Организация строительства. – М.: Стандартинформ, 2020 – 62 с.

4. ГОСТ Р 59120-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Дорожная одежда. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2021 – 20 с.

5. ГОСТ 32960-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Нормативные нагрузки, расчетные схемы нагружения – М.: Стандартинформ, 2019 – 6 с.

6. Особенности проектирования автотранспортных сетей / И. А. Оденбах, Е. Б. Таурит, Е. И. Панов, А. А. Макаева // Инновации и инвестиции. – 2025. – № 2. – С. 621-624

7. Основы автоматизации работы грузоподъёмных, строительных, дорожных машин и оборудования: учебное пособие / К. А. Аблязов, Р. Г. Дубровин, А. М. Рыбников, И. А. Рыбникова. – Новороссийск: ФГБОУ ВО «Государственный морской университет им. Ф. Ф. Ушакова», 2022. - 112 с.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПО УКРЕПЛЕНИЮ ОТКОСОВ ПОВЫШЕННОЙ КРУТИЗНЫ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ

**Украинченко Д.А., кандидат технических наук, доцент, Кириллова Е.С.,
магистрант кафедры СК,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург**

Аннотация: в статье рассматриваются существующие методы укрепления откосов. Актуальность исследования обусловлена увеличением случаев оползней и угрозой обрушения склонов в результате природных и антропогенных воздействий, особенно в урбанизированных зонах. В целях экономии пространства землепользования и предотвращения деструктивных геологических процессов предложены методы по усилению откосов в стесненных условиях.

Ключевые слова: методы укрепления, откос, склон, геосинтетические материалы, грунтовый анкер, стесненные условия.

Проблема закрепления грунтовых откосов в стеснённых условиях заключается в невозможности обеспечить требуемое заложение откосов из-за ограниченного пространства, например, при устройстве котлованов и траншей в городской застройке, на территории действующих предприятий. В таких условиях необходимо укреплять боковые стенки земляных сооружений креплениями, чтобы предотвратить обрушение.

Тип конструкции укрепления устанавливают на основе комплексной оценки грунтовых, гидрологических, климатических условий, рельефа местности, конструкции земляного полотна (глубина выемки, высота насыпи, заложение откосов), данных по наличию местных строительных материалов в соответствии с нормативно-технической документацией. Окончательное решение по типу укрепления откосов принимается на основе технико-экономического сопоставления вариантов.

Откосы можно классифицировать по различным признакам, включая их происхождение (естественные или искусственные), состав (земляные, каменные, песчаные), угол наклона (крутые, пологие), а также по функциональному назначению (дорожные насыпи, береговые укрепления, откосы карьеров и т.д.).

Земляные откосы часто встречаются в дорожном и гражданском строительстве. Их укрепление направлено на предотвращение эрозии и обеспечение стабильности насыпей и выемок.

По восприятию временных и постоянных нагрузок конструкции укрепления откосов разделяются на следующие виды:

- защитные (изолирующие), предназначенные для защиты (изоляции) поверхностных слоев откосов от водной, ветровой и температурной эрозии (расчет по второй группе предельных состояний);

- несущие, предназначенные для компенсации сдвигающих усилий в поверхностных слоях грунта откосов при переувлажнении, а также силовых воздействий паводковых и поверхностных вод при подтоплении (расчет по первой группе предельных состояний. [1]

К основным методам укрепления можно отнести:

- механическое (использование геосинтетических материалов, кромкоукрепительные конструкции, использование анкеров и анкерных систем);
- гидротехническое (использование дренажных систем, использование насосных станций, использование гидроизоляционных материалов).

Классификацию методов укрепления откосов по типам используемых материалов можно представить, как:

- бетонное укрепление (использование бетона, железобетона, армированного бетона для создания прочных и устойчивых конструкций);
- геосинтетическое укрепление (использование георешеток, геотекстиля, геомембран для укрепления грунтовых откосов);
- каменное укрепление (использование крупнообломочного песчаного грунта для повышения устойчивости откосов);
- биологическое укрепление (механизированный посев смесью многолетних трав, гидропосев с мульчированием, одерновка, посадка зеленых насаждений).

Конструкции биологического (растительного) типа по характеру восприятия нагрузок относятся к защитным конструкциям и предназначены для защиты поверхностного слоя откоса от водной и ветровой эрозии, а также размывов при слабом гидрологическом режиме с ограниченным сроком подтопления (от 20 суток до 5 месяцев) [2].

Полотна геосинтетических материалов (в дальнейшем - геополотна) применимы в качестве основного элемента укрепления по настоящему разделу или прослоек в составе подготовительных слоев.

В комбинированных конструкциях на основе биоматов последние выполняют, прежде всего, функции противозэрозионной защиты в качестве временного (на период формирования травяного покрова) или постоянного элемента в зависимости от вида (подвида) геополотна.

Для укрепления используются следующие основные геосинтетические материалы:

- нетканые геотекстильные;

- биоматы (проницаемые, дискретно-упрочненные объемные конструкции из мононитей, которые могут включать в свою структуру семена, армирующие прослойки и изготавливаемые с применением биоразлагаемого и синтетического сырья);

- геоматы (проницаемые, дискретно-упрочненные термическим или химическим способами объемные конструкции из мононитей, которые могут включать в свою структуру армирующие прослойки, заполнители из каменных материалов).

Решетчатые конструкции следует применять для защиты неподтопляемых откосов взамен травосеяния и одерновки в случаях затрудненности или неэффективности создания растительного покрова, отсутствия растительного грунта, во всех случаях, когда применение более капитальных видов укрепления нецелесообразно из-за высокой стоимости и трудоемкости проведения работ [2].

Конструкции на основе геосотовых материалов с заполнением ячеек традиционными материалами представляет собой сплошное гибкое покрытие из геосотового материала, расположенного на откосе, повторяющего рельеф поверхности откоса и включающая:

- модули геосотового материала, формирующиеся путем растяжения пакетов геосот с образованием полимерной геосотовой структуры высотой 50-200 мм;

- материал заполнителя геоячеек (растительный грунт с посевом семян, щебень, грунт, обработанный вяжущим, бетонная смесь, торфопесчаная смесь);

- анкеры для обеспечения монтажа модулей и их крепления на поверхности откоса, а также крепления модулей между собой;

- скобы для крепления смежных модулей;

- разделительную (фильтрующую прослойку из геосинтетических материалов (при необходимости);

Защитные габионные конструкции применяются в условиях постоянного или временного подтопления и используются для защиты поверхности откоса от силовых воздействий ветровых волн, ледохода, корчехода и защиты подошвы откосов от размывов.

Конструкция укрепления располагается на откосе (склоне) и повторяет рельеф поверхности откоса.

Дополнительно для повышения устойчивости и более плотного прилегания конструкции к поверхности откоса используют анкеры из металлической арматуры длиной не менее 50 см и диаметром 8-10 мм [2].

- упорную конструкцию (при необходимости).

Грунтовый анкер - устройство для передачи растягивающих нагрузок от закрепляемой конструкции на несущие слои грунта.

Анкер состоит из трех основных частей: оголовка, анкерной тяги и заделки.

Грунтовые анкеры следует применять для крепления ограждений котлованов, днищ доков и опускных колодцев, подпорных стен и стен подземных сооружений, оползневых склонов и откосов, фундаментов высоких сооружений и др.

При проектировании анкеров рассчитывают:

- общую устойчивость сооружения;
- несущую способность анкера в целом по грунту и материалу;
- прочность отдельных элементов (оголовки, замок, упорная труба, цементный камень,
- закрепление замка в корне, заделка тяги в манжетной трубе или пяте и т.д.), входящих в
- состав анкера.

Оптимальное положение анкера в грунте подбирают в процессе расчета устойчивости системы "стена - грунт - анкер" на опрокидывание вокруг низа анкеруемой стенки исходя из условия, что прочность грунтов на сдвиг в системе преодолена и образуется "глубокая линия скольжения" (метод Кранца) [3].

Анкерная технология является одной из самых эффективных для закрепления оползневых склонов. Применяется как средство армирования грунтового массива с одновременным притягиванием армируемой структуры к склону, повышая устойчивость грунтового массива.

Расчет анкерного поля осуществляется за счет подбора диаметра и прочности стержней, плотности их распределения по склону, глубины заделки, диаметра ствола скважины, наклона анкера и усилия преднапряжения.

Список литературы

1. Жабко А. В. Теория расчета устойчивости откосов и оснований. Анализ, характеристика и классификация существующих методов расчета устойчивости откосов / Жабко А. В. // Известия Уральского государственного горного университета – 2015. – выпуск №4 (40) – с. 45-57 [Электронный ресурс]. URL: <https://iuggu.ru/download/2015-4-Zhabko.pdf> (дата обращения 31.05.2025) (9)

2. Методические рекомендации по выбору конструкций укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования ОДМ 218.2.078-2016. – М.: ФДА "Росавтодор", 2016. – 246 с.

3. Жуковец, А. Г. Расчет устойчивости земляного полотна и защита его от размывов : учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-37 02 05 «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство» /А. Г. Жуковец; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : Бел-ГУТ, 2009. – 61 с.

**ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ ИЗНОСОСТОЙКИХ ПОКРЫТИЙ
АВТОДОРОГИ Р-240 УФА–ОРЕНБУРГ**

**Халиков Р.М, канд. хим. наук, доцент, Иванова О.В., канд. техн. наук,
доцент, Павлов С.Ю., канд. юр. наук, доцент, Глазачев А.О., канд. техн.
наук, доцент кафедры,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: Для обеспечения высоких показателей асфальтобетонных покрытий: прочность асфальтобетона, ровность наиболее практичной технологией является поверхностная обработка. Эффективное устройство износостойкого защитного слоя осуществлено на примере участка протяженностью 6 км автомобильной дороги Р-240 Уфа – Оренбург. Использование холодной эмульсионно-минеральной смеси является более энергосберегающим по сравнению с горячим асфальтированием на 38 %.

Ключевые слова: асфальтобетонное покрытие, износостойкий слой, устройство слоя износа.

Одним из актуальных проблем образования, науки и достижение технологического суверенитета в условиях современных вызовов глобальной неопределенности является конструирование износостойких асфальтобетонных покрытий в региональном и федеральном автодорожном строительстве. Асфальтобетонные покрытия автотранспортной сети России подвергаются износу и деструкции в результате воздействия атмосферных осадков и перепадов температуры, а также осевых нагрузок, возникающих при интенсивном движении [1, 2]. Поиск инновационных решений уменьшения деструктивного износа верхних слоев автодорожного покрытия и пролонгированного восстановления ресурса транспортных сетей в рамках реализации национального проекта «Инфраструктура для жизни» остается востребованным.

Цель данной работы – рассмотрение технологических способов конструирования устойчивых износостойких асфальтобетонных покрытий автодороги Р-240 Уфа – Оренбург.

Верхние слои асфальтобетонного покрытия непосредственно отвечают за транспортно-эксплуатационные характеристики автодорог: износостойкость и коррозионную стойкость; водонепроницаемость и ровность (это обеспечивает плавность движения наземного транспорта); сцепление с колесами автомобилей и др. На рисунке 1 показаны основные слои дорожного полотна автомагистралей: нижний слой асфальтобетонного покрытия отвечает за несущую способность (поэтому включает прочные крупные фракции щебня размерами 11-40 мм);

подстилающий (щебеночный) слой и покрывающий (песочный и мелко гравийный) слой функционально обеспечивает устойчивость к усталостному трещинообразованию и передает массовые нагрузки на уплотненное грунтовое основание.

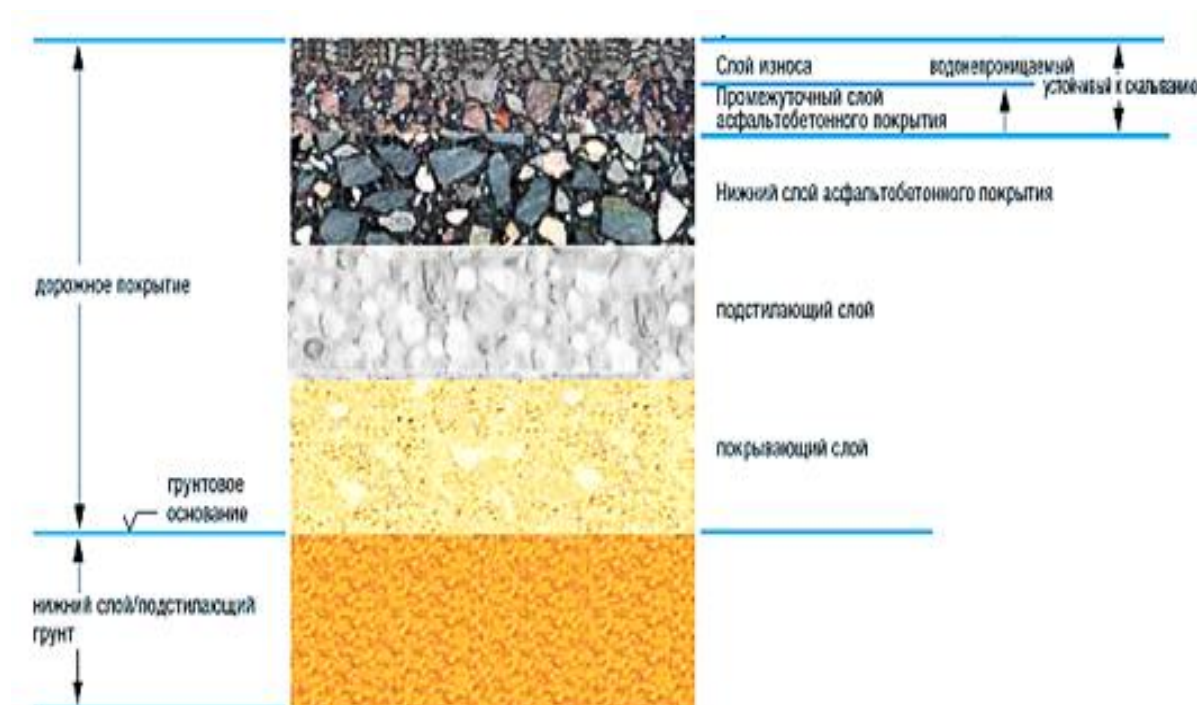


Рисунок 1 – Принципиальная схема профильного разреза важнейших слоев автодорожного полотна транспортных магистралей

Неравномерный износ (истирание) верхних слоев асфальтобетона транспортной инфраструктуры наблюдается на участках с интенсивным движением грузовых и легковых автомашин; торможения и поворота на перекрестках и др. Негативный процесс уменьшения оптимальной толщины слоя верхних слоев покрытия – износ под истирающим воздействием колес наземных транспортных средств усиливается в сочетании с неблагоприятными погодными факторами: дождевые и снеговые осадки, многократный температурный переход через замораживание ↔ размораживание и т.п. [3]. Шипованные колеса автомобилей значительную часть зимнего периода контактируют не только обледенелой или покрытой снежным накатом проезжей части, но и непосредственно с асфальтобетонным дорожным покрытием, что вызывает усиленный износ и формирование колеиности верхнего слоя асфальтобетонного покрытия.

Также следует отметить, что истирание асфальтобетонного покрытия в пределах проезжей части и толщины покрытий происходит неравномерно;

значит формируются колеи истирания с глубиной от нескольких миллиметров до 3 см и более. На эксплуатационную долговечность асфальтобетонных дорожных покрытий значительное влияние оказывают усталостные деструкции, которые вызываются возрастающими нагрузками большегрузных автомобилей и усиливаемые микронеровностями нижних слоев.

Эксплуатационное старение битумного вяжущего непосредственно влияет на износостойкость асфальтобетона: увеличивается хрупкость дорожного покрытия, что ведет к усилению эрозии [4]. Модификация битумного вяжущего полимерами и комплементарными минеральными наполнителями (измельченным доломитом, металлургическим шлаком и др.) способствует уменьшению процессов эксплуатационного старения асфальтобетонных покрытий. В качестве поверхностной обработки верхних слоев износа асфальтобетонных покрытий может быть применена одна из синергетических технологий, например, нанесение тонкого слоя износа литой эмульсионно-минеральной смеси.

Энергосберегающая технология устройства защитного слоя по нанесением тонкого слоя износа литой эмульсионно-минеральной смеси осуществлена на практике реконструкции участка км 172+000 – км 178+000 автомобильной дороги Р-240 Уфа – Оренбург II категории протяженностью 6 км. Литые эмульсионно-минеральные смеси готовили из минеральных материалов (дробленого щебня кубовидной формы, минерального порошка), водного раствора поверхностно-активного вещества и катионной битумной эмульсии ЭБК-2 и ЭБК-3. Для устройства слоя износа использована щебеночная литая эмульсионно-минеральная смесь с содержанием 50% щебня фракции 5-10 мм, 38% песка природного, 12% минерального порошка, 7% воды и 3% битумной эмульсии ЭБК-3.

Технологический процесс устройства слоя износа состояли из следующих этапов: подготовительные работы (устранение дефектов асфальтобетонного покрытия); калибровка распределительной машины для правильного дозирования исходных сырьевых материалов; закрытие транспортного движения по полосе, на которой устраивается слой износа; загрузка смеситель-распределительной машины; приготовление и распределение (нанесение) тонкого слоя износа литой эмульсионно-минеральной смеси; технологический перерыв, составляющий в зависимости от погодных условий 0,5-4 ч; открытие движения по уложенной полосе с защитным износостойким слоем (ограничение скорости до 40 км/ч на 1-3 сутки). Комплект дорожных машин для устройства слоев износа включал: смеситель-распределитель; фронтальный погрузчик минеральных материалов; поливомоечную машину.

Техническая эффективность применения защитных слоев и поверхностной обработки нанесением тонкого слоя износа литой эмульсионно-минеральной смеси позволяет при минимальных затратах и в короткие сроки улучшить транспортно-эксплуатационные характеристики асфальтобетонных покрытий, увеличить срок службы автодорог с укрепленными грунтовыми основаниями дорожного полотна. Инновационные направления фронтальных разработок геополимерных многофункциональных материалов являются востребованными технологичными способами эффективного строительства и длительной эксплуатации износостойких слоев асфальтобетонных покрытий региональных автомагистралей [5]. Энергосберегающие геополимерные вяжущие позволяют разрабатывать дорожные стройматериалы с более усиленными физико-механическими характеристиками, а использование дешевых многотоннажных техногенных отходов решает острейшие проблемы экологичной утилизации.

Современное образование, фундаментальная наука и практика в дорожном строительстве должны развиваться в синергетическом направлении, чтобы усилить инновационный потенциал энергосберегающих технологий. Перспективным для продолжительного обеспечения высоких показателей транспортно-эксплуатационного состояния автодороги (прочность асфальтобетона, ровность и сцепные качества, шероховатость верхнего слоя покрытий) является поверхностная обработка, например, усовершенствованный «Микросюрфейсинг» (укладка холодной эмульсионно-минеральной асфальтобетонной смеси с полимерными добавками) и др. [6, 7]. Приготовление и укладка холодной эмульсионно-минеральной смеси является менее энергозатратной по сравнению с горячим асфальтированием; не требуется применение асфальтоукладчиков и дорожных катков.

Холодные технологии: «Микросюрфейсинг», нанесение тонкого слоя износа литой эмульсионно-минеральной смеси обеспечивают высокое качество работ без высокотемпературного нагрева, что экономит до 38% энергозатрат по сравнению с приготовлением «горячих» асфальтобетонных смесей. Кроме того, немаловажным является экологический фактор: поскольку сведены к минимуму токсичные выбросы в атмосферу.

В заключение можно сделать вывод о том, что критерием выбора оптимальной технологии устройства износостойких слоев асфальтобетонных покрытий в автодорожном комплексе России является длительное обеспечение безопасного и скоростного движения наземного транспорта. Эффективный способ устройства износостойкого слоя нанесением тонкого слоя литой эмульсионно-минеральной смеси осуществлен на практике реконструкции участка км 172+000 – км 178+000 протяженностью 6 км автомобильной дороги II категории Р-240 Уфа – Оренбург.

Список литературы

1. Неволин, Д.Г. Инновационные технологии проектирования и строительства автомобильных дорог / Д.Г. Неволин, В.Н. Дмитриев, Е.В. Кошкарлов и др. – Екатеринбург: УГУПС, 2015. – 291 с. EDN XVMFCB.
2. Ларина, Т.А. Метод оценки кинетики износа асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / Т.А. Ларина, Н.Р. Зубарев // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. 2019. №1(19). – С.5. EDN HCIOCE.
3. Глазачев, А.О. Синергетические технологии конструирования износостойких слоев асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог / А.О. Глазачев, С.Ю. Павлов, О.В. Иванова и др. // Тенденции развития науки и образования. 2024. №106-9. – С.22-25. EDN XFHWBO.
4. Baimukhametov, G. Calculation of the influence of various compaction on the wear resistance of asphalt concrete using material loss calculation approach / G. Baimukhametov, R. Gayfutdinov, E. Khafizov // Magazine of Civil Engineering. 2024. No.1(125). EDN FHLGSB.
5. Халиков, Р.М. Энергосберегающие технологии использования геополимерных композитов при строительстве транспортных сооружений / Р.М. Халиков, О.В. Иванова, С.Ю. Павлов и др. // Актуальные проблемы науки и образов. в условиях соврем. вызовов: Сб. XXXVII Международ. конф. – М.: Изд-во «Знание-М», 2025. – С.525-530. EDN BDOJEN.
6. Иванова, О.В. Востребованное применение искусственного интеллекта в управлении транспортным движением на участке Дюртили–Ачит автомагистрали М-12 / О.В. Иванова, А.О. Глазачев, С.Ю. Павлов и др. // Перспективы развития технологий: Сб. 3-й Всерос. конф. – Воронеж: Изд-во «Универ. книга», 2025. – С.167-170. EDN FXSQLT.
7. Белов, Д.Я. Анализ эффективных способов устройства тонкослойных покрытий и поверхностной обработки дорожных одежд / Д.Я. Белов, А.О. Добрынин, А.А. Минзуренко // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2018. №1. – С.21-31. EDN YVGQRS.

ОТКРЫТКА КАК КРЕАТИВНОЕ СРЕДСТВО РАЗВИТИЯ РЕКЛАМНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Цой В.В.,

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет», г.
Оренбург

Аннотация: открытка исторически всегда занимала особое место в становлении коммуникационного процесса. Ее появление стало важным этапом в становлении межличностных отношений, позже коммуникативным и рекламным креативным инструментом.

Ключевые слова: открытка, креатив, коммуникационного процесса, реклама, изоиздание.

Трансформация визуального пространства повлекло за собой трансформации в художественном образе открытки и ее функциональной роли, точнее привело к расширению границ для использования открытки.

В конце двадцатого века открытка представляла собой широкий диапазон вариантов и видов полиграфического воспроизведения, начиная с классической поздравительной открытки, заканчивая электронной рекламной открыткой, социальные свойства которой уже тогда не соответствовали сложившимся традициям классической открытки. Изменение современной визуальной среды и технологий повлекло за собой актуализацию задач, средств реализации, и вариантов визуализации для открытки. В данной статье рассматривается открытка, как современный объект коммуникативной среды и влияние креативности как фактора, усиливающего коммуникационную составляющую.

В современных реалиях открытка остается актуальным и востребованным объектом дизайна, она востребована как в сфере бизнеса, в рекламе, так и в частной жизни. Открытка является эффективным инструментом корпоративной полиграфии и успешно применяется в позиционировании компании, в создании соответствующей атмосферы, а также способна выстраивать новую коммуникацию с потребителем или пользователем.

Первое знакомство с товаром, компанией, которое происходит посредством рекламных полиграфических средств должно вызвать интерес у целевой аудитории, другими словами, вызвать ряд эмоциональных переживаний, при которых адресат переживал положительное отношение к торговой марке или компании. Полиграфическая продукция относится к рекламным отраслям, которые могут воздействовать на мотивы и выстраивать новую коммуникацию с потребителем или пользователем. Строить коммуникацию становится все сложнее и дороже, это связано с стремительным ростом стоимости полиграфической продукции, полиграфического производства, бумаги и многих других рекламных процессов. Открытка выступает как идеальный инструмент позиционирования и выстраиваний коммуникации, так как в производственном процессе не задействованы сложные и дорогостоящие полиграфические или технологические процессы. Конечно открытка может быть уникальной по

технологии изготовления, материалам, она может быть выпущена малым и ограниченным тиражом, однако большая часть традиционной открытки представляет собой привычную всем форму плотного листа бумаги традиционно А6 формата, с яркой красочной эмоциональной первой стороной и черно-белым оборотом.

Функционал и диапазон тематики открыток очень широк. Термин «открытка» произошло от названия «открытое письмо», именно так в России назывался новый вид почтовых отправлений. Введение открытых писем в обращение узаконилось «Временными постановлениями по почтовой части», которые были утверждены министром внутренних дел 12 июня 1871 г. [6, с. 26]. Понятия «открытое письмо» и «открытка» имеют сугубо русские корни, в других странах изначально использовалось более универсальное слово «карточка». Первые карточки были изобретены в Австрии в 1869 г. и носили название «Карточки для корреспонденции». Они представляли собой прямоугольный кусок плотного картона размером 122 x 85 мм. Одна сторона предназначалась для адреса и знака почтовой оплаты, а вторая – для письменного сообщения [3, с. 24]. Подобная форма бланка долгое время была единственно возможной, как необходимое условие почтовых служб, что отразилось в описании открытки. Так, толковый словарь Ожегова предлагает следующее определение: «1) Почтовая карточка для открытого (без конверта) письма; 2) карточка такого же формата с художественным изображением» [2]. Позже, с развитием иллюстрированных почтовых карточек, открытка получила художественную ценность, далее, как следствие открытка превратилась в объект коллекционирования (филокартия). Открытка получила статус полиграфического издания и новое определение по ГОСТ 16447-70 «Изоиздание в виде листа печатного материала установленного формата, одна сторона которого является репродукцией, рисунком или фотографией, а другая может быть использована для письма» [3, с. 8]. Следующим этапом трансформации функционала открытки является применение в рекламе. Здесь на открытку возложено множество функций, и для конкурентоспособности и коммуникативно способности открытка, к своей художественной ценности добавила креативную составляющую.

Стандартная открытка – это изоиздание, содержащее ряд обязательных структурных элементов, таких как событие, пожелание, указание адресата на обороте и т.д. В процессе трансформации открытки в креативную и как следствие появление жанра «креативная открытка», она приобрела дополнительные особенности, например, парцелляция, эпатаж, загадку, непредсказуемость. Лингвистическая привлекательность текста выходит на первый план в связи с необходимостью не просто «сказать», а сказать «не как все», особенно, эффектно, ярко, броско, то есть привлечь к себе внимание, выделиться в ряду других коммуникантов [7].

К технологиям и приемам, которые позволяют создать уникальный и креативный дизайн открытки можно отнести использование различных графических техник и материалов, фотоколлажей, использование приемов формообразования для создания объемных элементов.

Итак, открытки, как креативный объект становятся неотъемлемым элементом современного коммуникационного процесса, открытки трансформировались и все чаще представляют собой виртуальное издание, сочетающее художественное оформление и тестовую часть и все чаще эти сочетания содержат креативные признаки. Перспективы в развитии открытки могут быть связаны с современными направлениями дизайна и технологическим возможностям для реализации креативных идей в цифровом формате и в материале.

Список литературы

- 1 Белько Т.В., Агафонова А.В. Открытка в коммуникативной культуре конца XX - начала XXI в. : определение, функция, меняется развитие // Манускрипт. 2016. №12-2 (74). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otkrytka-v-kommunikativnoy-kulture-kontsa-xx-nachala-xxi-v-opredelenie-funktsii-tendentsii-razvitiya> (дата обращения: 10.09.2025).
- 2 Музыкант, В.Л. Реклама в действии. История, аудитория, приемы. Учебное пособие. М. 2006. 240 с.
- 3 Забочень М. С. Филокартия. М.: Связь, 1973. 104 с.
- 4 Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка: 80000 слов и фразеологических выражений / Институт русского языка им. В. В. Виноградова РАН. Изд-е 4-е, доп. М.: ООО «А Темп», 2006. 944 с.
- 5 Самбур М.В. Открытка в контексте культуры: атрибуция, научное описание, экспонирование: дисс. ... к.и.н. М., 2012. 183 с.
- 6 Тагрин Н.С. В поисках необычного. Из записок коллекционера. Л., 1962. 88 с.
- 7 Островерхая И. В., Андреева Н. В. Методический приём «Тематическая открытка» как инструмент развития креативности в обучении английскому языку студентов-нелингвистов // Педагогический ИМИДЖ. 2020. №2 (47). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodicheskiy-priyom-tematicheskaya-otkrytka-kak-instrument-razvitiya-kreativnosti-v-obuchenii-angliyskomu-yazyku-studentov> (дата обращения: 10.09.2025).

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕННОГО КОМПРИМИРОВАНИЯ НА ПРОМЫСЛЕ

Чумак А. В., инженер в области экспертизы промышленной безопасности
газоснабжения,
«ГарантСтройЭксперт-Оренбург», г. Оренбург

Аннотация: Сравнение характеристики различных типов компрессоров для устьевых мобильных компрессорных установок (МКУ), выявляет, что предпочтительнее использование винтовых компрессоров благодаря высокой надежности и широкой рабочей области. Рассматриваются выбор привода (электрический или тепловой), экономические преимущества и возможные расходы при внедрении распределенной схемы компримирования. На примере гипотетического промысла показана эффективность применения МКУ для увеличения добычи и снижения затрат.

Ключевые слова: мобильные компрессорные установки, распределенное компримирование, газосборные сети, газоперекачивающие агрегаты, дожимная компрессорная станция.

Продление срока окупаемости добычи на месторождениях, находящихся в конце разработки, сейчас является одной из важных научно-технических задач. Для этого можно использовать мобильные компрессорные установки (МКУ). Чтобы увеличить объемы добычи газа, нужно больше извлекать газ из истощенных скважин, когда подключить МКУ к газосборной системе (ГСС). Если установки размещать рядом с устьем скважин, их называют устьевыми МКУ. Это помогает увеличить пропускную способность шлейфов, снизить давление на устье и, как следствие, повысить дебит скважин [1].

Кроме того, при увеличении объемов добычи газа распределенное компримирование имеет несколько преимуществ.

Во-первых, оно снижает негативные последствия накопления жидкости в системах сбора газа, что улучшает работу скважин. Во-вторых, уменьшает потери давления в трубопроводах благодаря повышению эксплуатационных давлений. В-третьих, позволяет более гибко регулировать работу дожимных компрессорных станций (ДКС), что обеспечивает высокую загрузку газоперекачивающих агрегатов (ГПА). В-четвертых, дает возможность управлять разработкой отдельных зон газовой залежи и эффективно использовать пластовое давление.

Энергопотребление промышленного компрессорного оборудования зависит как от его эффективности, так и от соотношения давлений на выходе ДКС и на устье скважин ($p_i = P_k/P_y$), а также от гидравлических потерь в ГСС (ΔP).

Поэтому распределенная схема может повысить энергоэффективность процесса компримирования. Результаты расчета показали, что энергетические затраты на распределенное компримирование ниже, чем на централизованное, при $p_i > [7,0-8,0]$ на $[1,0-7,0]$ % в зависимости от типа используемых

компрессоров и распределения суммарной степени сжатия между МКУ и ДКС [5].

Снижение энергетических затрат на компримирование позволяет уменьшить расход топливного газа (на единицу производительности) на $[0,8–6,0]$ % при эффективной загрузке приводов компрессорного оборудования.

Результаты исследований, представленные на рисунке 2, можно использовать для оперативной оптимизации распределенных систем с целью снизить энергетические затраты на конкретном режиме работы. Основным регулирующим параметром является распределение суммарной степени сжатия между МКУ и ДКС..

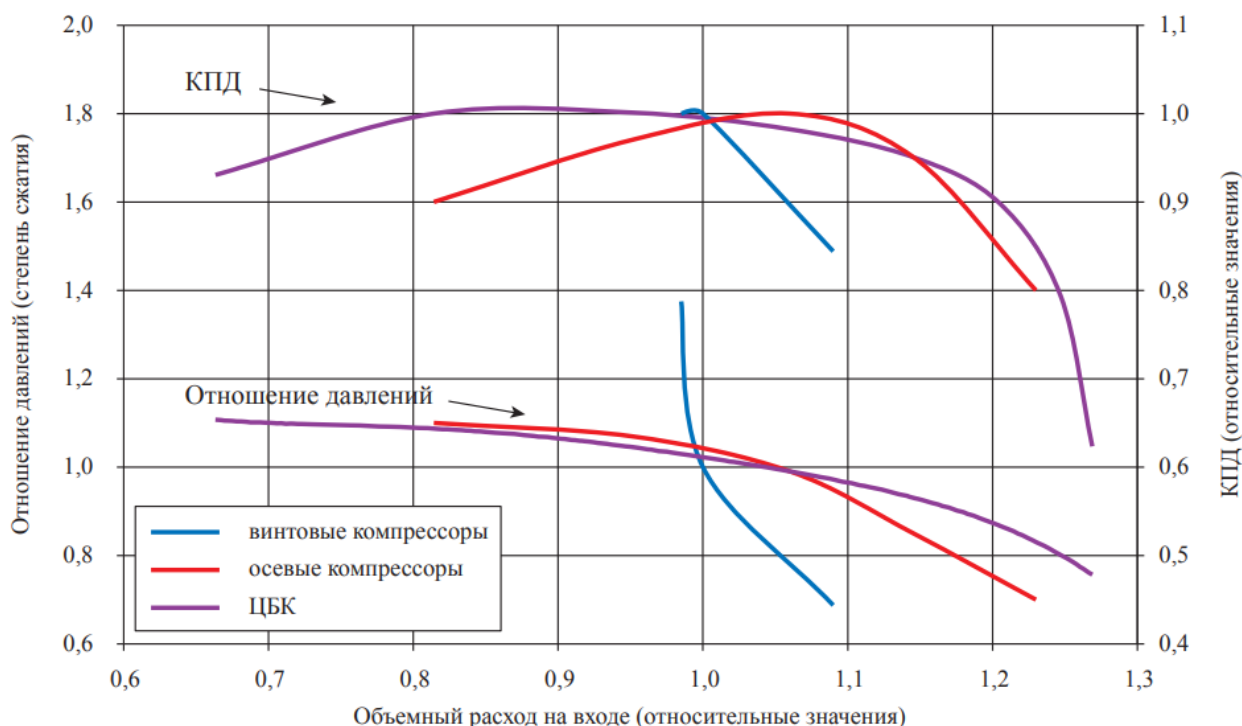


Рисунок 1. Характеристики центробежных, осевых и винтовых компрессоров при номинальной частоте вращения (относительные значения)

Источник: заимствовано из [14]

Сравнение рабочих свойств (рис. 1) и показателей надежности разных видов компрессоров (циркулярных, поршневых, винтовых) показывает, что для устьевых установок МКУ лучше всего подходят винтовые компрессоры. Этот тип компрессоров имеет высокие показатели надежности [6], мало подвержен воздействию многофазных смесей в рабочей части [6, 7], может работать в широком диапазоне изменения давления и производительности (от 100 до 10 %) [6–8].

Стоит отметить, что отечественные предприятия машиностроения имеют опыт в производстве МКУ с винтовыми компрессорами для сжатия низкого давления некondиционного газа [8, 9], что позволяет использовать отечественное оборудование в системах распределенного компримирования. Например, на месторождении Вынгапуровское устьевые МКУ оснащены винтовым

компрессором и электродвигателем [3, 4]. В общем случае выбор привода для МКУ должен основываться на особенностях объекта и результатах технико-экономического анализа. Здесь можно применить принципы, разработанные для компрессорных станций магистрального газа [10, 11]: электропривод обладает высокой надежностью и экологичностью, но требует доступного и дешевого источника электроэнергии; тепловой двигатель более автономен в энергетическом плане, но требует более частого обслуживания.

Положительный экономический эффект от применения системы распределенного компримирования на месторождении достигается за счет повышения добычи газа и/или газового конденсата (в связи с увеличением дебита и коэффициента эксплуатации скважин), сокращения объемов газа, используемого для газлифта, снижения энергетических затрат, а также роста конечного коэффициента извлечения углеводородов [2, 4, 12]. Однако эти преимущества могут частично сократиться из-за дополнительных затрат на приобретение и ввод МКУ, строительство площадок, узлов подключения к газосборной системе (ГСС), систем энергообеспечения, а также роста эксплуатационных расходов, включая увеличение потребности в персонале для эксплуатации и обслуживания оборудования и связанной инфраструктуры.

Экономическую эффективность использования МКУ показано на примере гипотетического месторождения, состоящего из пяти кустов и пяти шлейфов, которые подают газ на СДК. Газ здесь сжимается до давления $P_k = 80$ атa. Рассмотрены два варианта применения устьевых МКУ. Первый вариант используется для поддержания добычи на одном из пяти кустов в условиях сильного падения пластового давления, второй — для интенсификации добычи на всех пяти одинаковых кустах.

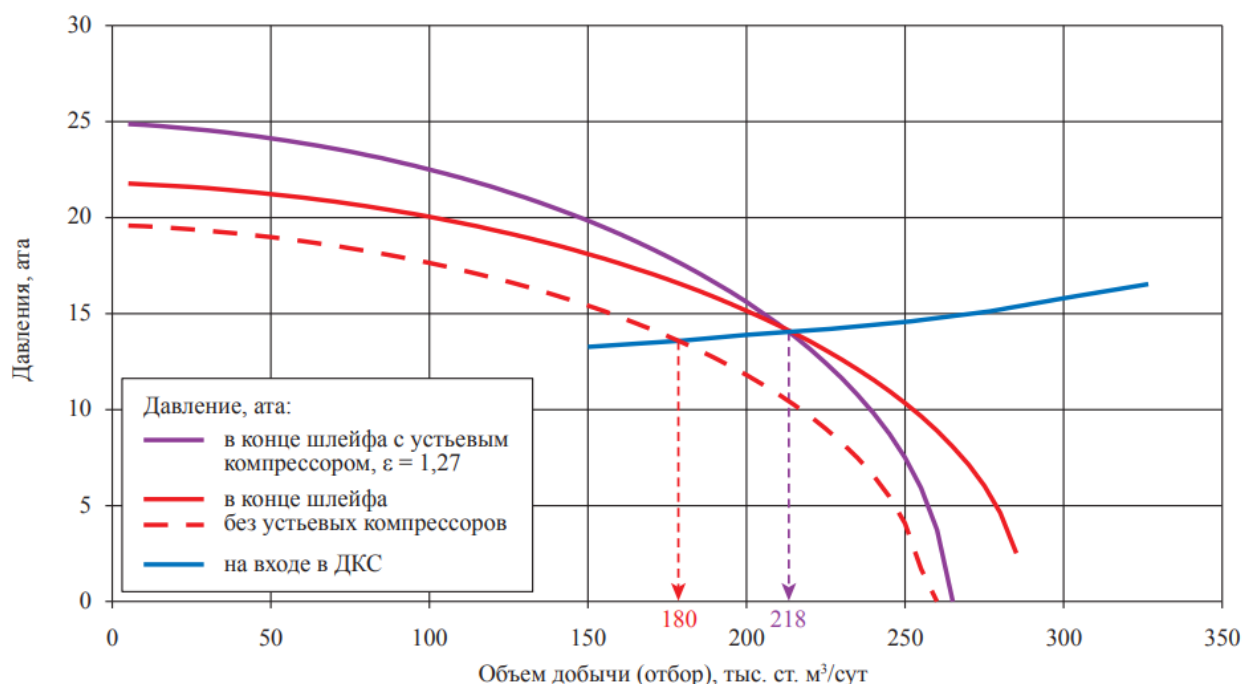


Рисунок 2. Характеристики работы ДКС и ГСС до и после ввода устьевых МКУ, снижение давления на одном из пяти кустов всем пяти кустам

Источник: заимствовано из [14]

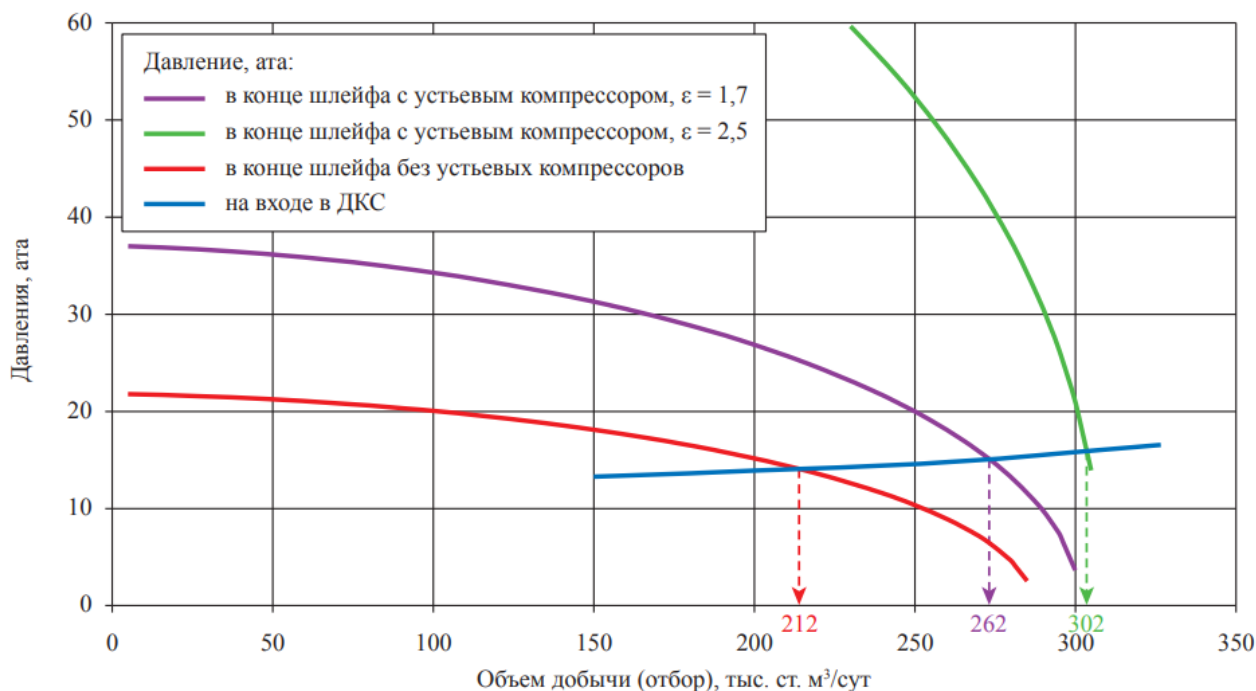


Рисунок 3. Характеристики работы ДКС и ГСС до и после ввода устьевых МКУ, интенсификация отборов по всем пяти кустам

Источник: заимствовано из [14]

В первом случае экономический результат зависит только от уменьшения расхода топливного газа на единицу добычи, а во втором случае — также от увеличения количества добытого сырья. Характеристики элементов технологии «устье – МКУ – ГСС – ДКС» до и после установки устьевых МКУ показаны на рисунке 4. Точка пересечения кривых ДКС и ГСС показывает максимальное возможное количество добычи, учитывая возможности наземного оборудования [13].

В первом случае (рис.2) при базовом режиме расход шлейфа составляет 218 тысяч условных кубометров в сутки. Если давление в пласте снизится на 5 % (пунктирная линия), расход уменьшится до 180 тысяч условных кубометров в сутки. В это время из-за снижения потоков высоконапорных и «просевших» шлейфов снизится входное давление на ДКС, что приведет к росту расхода топливного газа на 1,5–2,0 % (таблица). Установка одной компрессорной установки со степенью сжатия 1,27 позволит сохранить проектные значения производительности и давления на входе ДКС.

Во втором случае рассматриваются варианты увеличения добычи (рис.3) относительно базового режима. При этом отбор возрастает с 218 до 262 и 302 тысяч условных кубометров в сутки благодаря установке устьевых МКУ со степенями сжатия 1,7 и 2,5 соответственно.

Список литературы

- 1 Калинин А.В. Реализация основных положений Концепции разработки месторождений углеводородов на завершающей стадии / А.В. Калинин, Д.В. Люгай, Ф.Р. Билалов // Газовая промышленность. – 2012. – № 4. – С. 20–21.
- 2 Rooney M.J. Small compressor units successfully field-tested / M.J. Rooney // Oil and Gas Journal. – 1975. – № 73 (34). – P. 81–83.
- 3 На Вынгапуре прошли испытания мобильной компрессорной установки // Ноябрьский газовик. – 2011. – № 7. – С. 4.
- 4 Добыча и промысловая подготовка газа и газового конденсата // Мат. засед. секции НТС ОАО «Газпром». – М.: ИРЦ Газпром, 2008. – 176 с.
- 5 Воронцов М.А. Энергоэффективность компримирования природного газа на промысле при неравномерности показателей эксплуатации основного газоперекачивающего оборудования: дис. ... канд. техн. наук / М.А. Воронцов. – М., 2013. – С. 155.
- 6 Dipl.-Ing. Klaus Lelgmann (MAN Turbo) Process-gas screw compressors (dry type) compared with reciprocating -, oil flooded screw and centrifugal compressors. – <http://www.mandieselturbo.de/files/news/files/12079/921e.pdf> (проверено 11.05.2014 г.).
- 7 Сакун И.А. Винтовые компрессоры / И.А. Сакун // Машиностроение. – 1970. – 400 с
- 8 Еранов А.П. Развитие отечественного винтового компрессоростроения. Вехи и достижения / А.П. Еранов, Ю.А. Паранин, И.Г. Хисамеев // Компрессорная техника и пневматика. – № 5. – 2008. – С. 8–12.
- 9 Паранин Ю.А. Винтовые компрессорные установки нового поколения / Ю.А. Паранин, М.Д. Садыков, Р.Р. Якупов и др. // Труды XV Междунар. науч.-техн. конф. по компрессорной технике. – Т. 1. – Казань: Слово, 2011. – С. 112–117.
- 10 Павленко П.П. Выбор привода для компрессорных установок / П.П. Павленко, П.С. Кунина, А.В. Лебедь // Газовая промышленность. – 2003. – № 8. – С. 71–74.
- 11 Щуровский В.А. Выбор энергопривода для компрессорных станций магистральных газопроводов / В.А. Щуровский // Газовая промышленность. – 2005. – № 11. – С. 23–26.
- 12 Лаптев Е.М. Технические и технологические решения по оптимизации работы газосборной сети месторождений Вуктыльской группы / Е.М. Лаптев, О.Ю. Коновальчук // Рассохинские чтения: сб. науч. тр. – Ухта: Ухт. гос. техн. ун-т. – С. 111–112.
- 13 СТО Газпром 2-3.3-164-2007. Методика по составлению технологического режима работы промысла (УКПГ) с расчетом технологических параметров от пласта до входа в ГКС.
- 14 Вести газовой науки: науч.-техн. сб. – М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2014. – № 4 (20). – 224 с. – ISSN 2306-8949.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДДИТИВНОГО ФОРМООБРАЗОВАНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ К МАТЕРИАЛАМ

**Шагигалин Г.Ю., ассистент, Сеницин Д.А., канд. техн. наук., доцент ,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет», г. Уфа**

Аннотация: Статья посвящена комплексному анализу технологических аспектов аддитивного формообразования в строительстве. Рассмотрены исторические предпосылки развития технологии и её эволюция. Проведён сравнительный анализ трёх основных методов строительной 3D-печати: экструзии материала, связывания порошкового слоя и аддитивного напыления бетона. Выявлены ключевые преимущества и технологические ограничения каждого метода, с выделением экструзии как наиболее перспективного направления для масштабного строительства.

Ключевые слова: аддитивные технологии, строительная 3D-печать, экструзия бетона, тиксотропия, реология бетона, межслойная адгезия, цифровое строительство, аддитивное производство в строительстве.

Технологический прогресс не стоит на месте. С каждым днём происходит развитие цифровых технологий, что позволяет применять новые инструменты в различных сферах жизни человека, в том числе и в строительстве [1].

Аддитивные технологии — одни из самых быстроразвивающихся, передовых и востребованных в мире. Это переход от классических операций — резания, штамповки, литья — к созданию форм с использованием компьютера и 3D-принтера [6]. Трёхмерная печать берёт начало в 1980-х годах с быстрого создания прототипов (технология получила название «лазерная стереолитография», SLA) благодаря разработчику Чарльзу Халлу [6].

С тех пор трёхмерная печать перешла на новую стадию развития, пройдя огромный путь от быстрого прототипирования до аддитивного производства.

Аддитивные технологии (Additive Manufacturing – от слова аддитивность – прибавляемый) – это нанесение какого-либо раствора или смеси послойно при котором увеличивается высота объекта, для нанесения используют 3D принтеры, управляемые с помощью компьютера [1, 6].

В отличие от традиционных технологий, аддитивное строительство основано на трех основных принципах: цифровизации (создание модели), автоматизация (управление принтером) и послойное создание объекта без использования опалубки. Данный подход меняет принципы проектирования и появляются новые требования к материалам и к технологическим процессам [1, 3].

В зарубежной литературе выделяют несколько основных методов аддитивного производства в строительстве [1-3]:

- экструзия – распространенный метод при котором строительная смесь выдавливается через сопло непрерывной нитью и послойно укладывается (аналог FDM-печати) (Рис.1);

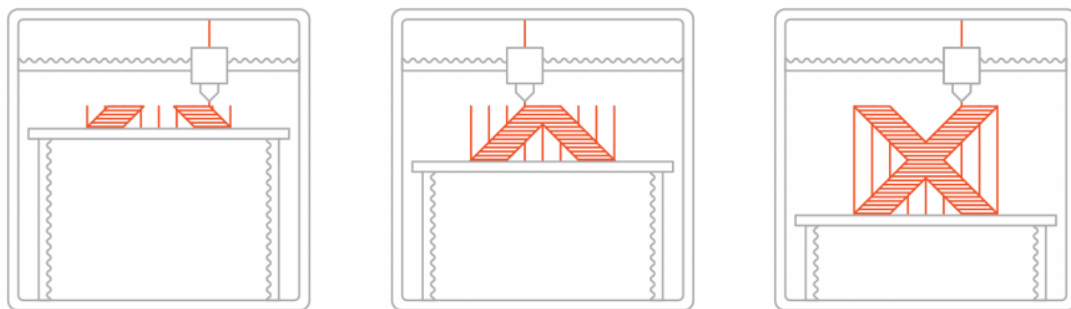


Рис.1 – Экструзия строительной смеси на строительном 3D принтере

- связывание в порошковом слое – это метод, когда вяжущее (цемент, гипс) наносится на платформу, а затем селективно связывается с жидким связующим, где несвязанный порошок является поддержкой (Рис.2);

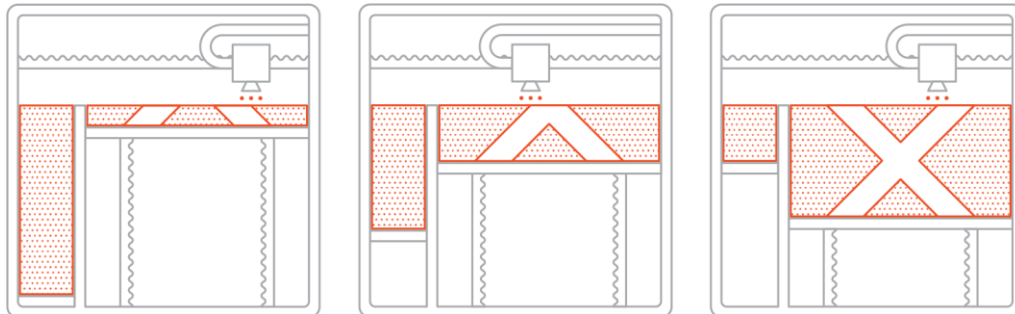


Рис.2 – Строительная 3D-печать методом связывания в порошковом слое

- аддитивное напыление бетона – это метод при котором роботизированный манипулятор с соплом послойно напыляет торкретбетон, основной недостаток данного метода требуется ручная установка сеток для армирования (Рис.3).

Сравнительный анализ методов аддитивного строительства приведен в таблице 1.



Рис. 3 – Строительная 3D-печать методом напыление бетона

Таблица 1 - Сравнительный анализ методов аддитивного строительства

Критерий	Экструзия материала	Связывание порошкового слоя	Напыление бетона
Скорость возведения	Высокая	Низкая-Средняя	Средняя
Свобода геометрии	Ограниченная (риск обрушения свесов)	Очень высокая (порошок - поддержка)	Средняя
Требования к материалу	Тиксотропные бетонные смеси	Порошок + жидкое связующее	Торкрет-бетон
Необходимость армирования	Микрофибра, пост-армирование	Пропитка, пост-обработка	Сетки, ручное доармирование
Прочность конструкции	Высокая (монолитность)	Низкая (пористость)	Высокая (при ручном армировании)
Основное применение	Несущие стены, крупные элементы	Декоративные элементы, сложные формы	Сложные поверхности, купола

Метод экструзии стал распространённым в 3D-печати за счет совокупности практических, экономических и технологических преимуществ которые необходимы при масштабном строительстве.

Технология экструзии практически повторяет укладку бетона при традиционном строительстве, тем самым позволяет легко адаптироваться под нужды 3D-печати. Так же в отличие от выше указанных методов, экструзия не требует специальных порошков или жидких фотополимеров, только необходимо адаптировать существующие бетонные смеси в зависимости от требуемых

реологических свойств. К преимуществам данной технологии можно так же отнести непрерывный процесс печати большого объема материала, возможность масштабирования технологии при котором возможно увеличить размеры принтера для печати целых зданий, контролировать толщину слоя за счет изменения размера сопла и скорость печати. Конструкция экструдера технологически проще и надежнее, чем высокоточные системы струйных печатающих головок для связывания порошка или лазерные системы для его сплавления.

Несмотря на впечатляющий потенциал, широкое внедрение технологии экструзии сталкивается с рядом серьезных вызовов, первое это проблема армирования, в отличие от традиционного строительства, где арматурный каркас является основой прочности, интеграция непрерывного армирования в процесс печати остается сложной задачей [4]. В данный момент универсального решения не имеется, применение микрофибры повышает прочность, но не решает проблему с прочностью на изгиб, закладка арматурных стрижней вручную трудоемка и нивелирует преимущества автоматизации. В перспективе необходимо разработать систему параллельной печати и армирования конструкции. Вторым большим недостатком является отсутствие единых международных и национальных стандартов для проектирования, расчета и приемки напечатанных зданий, этот фактор останавливает запуск крупных проектов, также необходимо разработать нормы, регламентирующие контроль качества, долговечность и сейсмостойкость таких конструкций [3]. Еще одно немало важная проблема – это межслойная прочность, образование «холодных швов» между слоями может сделать конструкцию уязвимой [2, 5].

Материал для аддитивного строительства — это не просто модифицированный бетон. Это специально разработанный состав, к которому предъявляются следующие требования:

- тиксотропия - способность смеси разжижаться при механическом воздействии (в шнеке экструдера) и мгновенно загустевать в состоянии покоя после укладки. Это предотвращает расплывание нижних слоев под весом верхних и позволяет достичь стабильной, вертикальной формы;

- обрабатываемость и печатаемость - смесь должна быть достаточно жидкой для беспрепятственной экструзии, но достаточно плотной для сохранения формы, это измеряется такими реологическими параметрами, как предел текучести и вязкость;

- время схватывания - критически важный параметр. Материал должен оставаться пригодным для экструзии в течение всего времени печати (часы), но при этом быстро набирать прочность после укладки для обеспечения несущей способности структуры;

- механические свойства - помимо окончательной прочности на сжатие, ключевое значение приобретает прочность на межслойное сцепление – адгезия.

В заключение, аддитивные технологии бросают вызов традиционным принципам строительства, предлагая переход к цифровому, послойному синтезу. Метод экструзии, как наиболее распространенный и адаптивный для работы с бетонами, задает текущее направление к развитию. Популярность данного метода обусловлена практичностью, масштабируемостью и совместимостью с существующей материальной базой. Ключевым же фактором, определяющим темпы внедрения, остается не развитие робототехники, а прогресс в материаловедении — создание составов, идеально отвечающих требованиям для аддитивного строительства.

Список литературы

1. Bos F., Wolfs R., Ahmed Z., Salet T. Additive manufacturing of concrete in construction: potentials and challenges of 3D concrete printing // *Virtual and Physical Prototyping*. – 2016. – Vol. 11, No. 3. – P. 209–225.

2. RILEM TC 276-DFC. Recommendation of RILEM TC 276-DFC: rheological testing and modelling of fresh printable cement-based materials // *Materials and Structures*. – 2022. – Vol. 55, Article 218.

3. Ardiçonia A., et al. A critical review of the use of 3-D printing in the construction industry // *Automation in Construction*. – 2016. – Vol. 68. – P. 21-31.

4. Оценка долговечности композиций из сухих смесей на гипсовой и гипсоцементной основе для 3D-печати / Р. И. Шигапов, Г. Ю. Шагигалин, А. В. Ключев [и др.] // *Строительные материалы*. – 2024. – № 7. – С. 26-32. – DOI 10.31659/0585-430X-2024-826-7-26-32. – EDN SIEBIC.

5. Неруш В.Ю., Синицин Д.А., Шагигалин Г.Ю. Анализ перспектив применения аддитивных технологий в нефтегазовом строительстве // *Нефтегазовое дело*. – 2023. – Т. 21, № 1. – С. 112–126.

6. Gibson I., Rosen D., Stucker B. *Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing*. – 2nd Ed. – New York: Springer, 2015. – 498 p.

**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ИНЖЕНЕРА-СТРОИТЕЛЯ**
Шевченко О.Н., кандидат педагогических наук, доцент, Тарановская Е.А.,
кандидат технических наук,
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Оренбургский государственный университет»
г.Оренбург

Аннотация: *Ключевые слова: методическое обеспечение, развитие, образование*

Успех развития инновационных строительных технологий неразрывно связан с деятельностью по подготовке высококвалифицированных кадров. Сегодня, когда производство становится все более наукоемким и высокотехнологичным, существенно повышаются требования работодателей, государства и общества к научной, технологической и общекультурной подготовке специалистов инженерного профиля.

На современном этапе масштабной модернизации высшего профессионального образования, переходу к уровневой системе и новым стандартам, в основе которых лежит компетентностный подход, актуальной проблемой стало обеспечение новых образовательных программ качественным методическим сопровождением. Методические материалы к теоретическим курсам, практическим и семинарским занятиям, лабораторным работам, к выполнению курсовых работ и проектов должны отвечать тем современным требованиям, которые включены в новые образовательные стандарты.

Трансляция знаний, передача информации, обучение студента конкретному «умению» перестали быть единственной целью учебного процесса и, как следствие, задачей учебно-методической литературы. В новых образовательных стандартах абсолютно четко прописаны общекультурные и профессиональные компетенции, которыми должен овладеть будущий инженер. Надо отметить, что и ранее, в научных и методических работах ведущих педагогов уделялось много внимания проблемам формирования общекультурной составляющей будущего специалиста. Однако, в прежние времена, эта обязанность была возложена, скорее, на гуманитарные дисциплины, которых было достаточно много в учебном плане специалитета.

Педагогический аспект проблемы заключается в том, что изучение профессионально значимых дисциплин должно формировать наряду с профессиональными и общекультурные компетенции. Умение говорить, слушать, аргументированно выражать свои мысли, дискутировать и отстаивать свою точку зрения, задавать вопросы и давать грамотные, обоснованные ответы, быть коммуникативно привлекательным и, в то же время, твердо отстаивать

свою позицию по принципиальным вопросам, - это лишь часть общекультурных компетенций, остро необходимых в профессиональной деятельности инженера.

Особая сложность в организации педагогического процесса возникает с тем, что преподаватель технических, специальных дисциплин не имеет достаточного количества времени на аудиторных занятиях для систематического формирования такого рода компетенций. В этом случае задача решается с помощью наполнения методического сопровождения соответствующими материалами по развитию общекультурных компетенций будущего инженера-строителя.

На наш взгляд, реализация основных дидактических принципов обучения в методической литературе должна сочетаться с инновационным подходом. Принципы доступности, наглядности, прочности, связи теории с практикой, систематичности и последовательности должны дополняться принципом политехничности, практикоориентированности. Студент должен как можно больше знать о своей будущей профессии, особенностях производственной деятельности, сформировать модель своего будущего профессионального поведения. Такие материалы могут быть помещены в методические указания или учебные пособия с особой маркировкой, указывающей на их «необязательность», «дополнительность». Как правило, именно такая пометка вызывает живой интерес читателя.

Познавательный интерес является традиционно важной педагогической проблемой обучения и порождает активность и стремление к познавательной деятельности у обучаемых. Чтобы знания были восприняты, усвоены, они должны быть лично значимы, интересны студенту, вызвали чувство удивления, гордости, радости и другие положительные эмоции. Чтобы сделать учебно-методическую разработку интересной, нужно очень хорошо знать читательскую аудиторию, для чего необходимо провести диагностику на самом первом этапе знакомства. Законы развития интереса давно раскрыты учеными. Не только и не столько «блестящее» и «красочное» оформление учебника привлекает обучающегося, как принято считать последнее время. Самое главное – определить мотивацию обучающегося, то главное, ради чего он пришёл учиться. Если материал будет подобран таким образом, что затронет сокровенное, «угадает» цели и задачи, личностные планы, - можно считать учебно-методическую работу успешной.

Безусловным приоритетом сегодня считается реализация проблемного обучения, не дающего готовых ответов, стимулирующего поиск и исследование проблемы обучающимся. На наш взгляд, это абсолютно необходимое на сегодняшний момент средство при написании учебно-методических разработок для достижения образовательных целей и результатов.

Кроме проблемного обучения, в изложении методических документов можно использовать элементы развивающего, модульного, концентрированного, дифференциального обучения, дидактических игр, контекстного обучения и т.д., что позволит разнообразить способы передачи информации, повысить степень ее усвоения студентами, реализовать индивидуальный подход.

Особенное внимание необходимо уделить развитию критического, исследовательского мышления, столь необходимого будущему специалисту в профессиональной деятельности.

Сегодня выпускник инженерно-строительного вуза должен продемонстрировать не только хорошие профессиональные знания в избранной им области деятельности, но и иметь высокое интеллектуальное и нравственное развитие, обладать широчайшим диапазоном образования, чтобы быть способным построить на этом фундаменте новое конкретное знание в соответствии с изменившимися условиями. Подчеркнем, что будущий инженер-строитель по социальному статусу принадлежит к такой группе инженерной интеллигенции, которая из всех социально-профессиональных групп наиболее близка к материальному производству, тесно связанному с безопасностью жизнедеятельности и экологией.

Справедливо признано, что строительство является системообразующей отраслью, основное содержание которой заключается в создании комфортной и безопасной среды обитания человека. В такой ситуации качество подготовки специалистов-строителей становится основой обеспечения безопасности жизнедеятельности при проектировании и возведении объектов, сложных инженерных систем, градостроительных комплексов. Долговечность, надежность, использование экологически чистых строительных материалов – эти требования к качеству строительной продукции сегодня важны как никогда. Возможность достижения их определяется мерой профессиональных смыслов и ценностей, набором нравственно-этических норм, принятых молодым специалистом.

Ослабление высоких инженерных традиций строительного образования, упрощенные схемы подготовки специалистов довольно быстро и негативно скажутся (и, к сожалению, уже сказываются) на состоянии окружающей среды, качестве жизни людей. От инженерных кадров требуется компетентный, взвешенный подход к принятию решений, связанных не просто с возведением зданий и сооружений, но с вмешательством в природную и техногенную среду.

Это обстоятельство делает университетское образование строителей объектом новых, постоянно возрастающих требований со стороны личности, общества и государства. Эти требования, бесспорно, являются главной движущей силой развития любой современной образовательной системы, а способность последней отвечать им – наиболее точным показателем её состояния и возможностей. Методическое обеспечение процесса обучения, в свою очередь, является не второстепенным и вспомогательным процессом, а определяет вектор развития образования и гарантирует повышение качества подготовки инженерно-строительных кадров для региона.

Список литературы

1. Нормативные документы / Утвержденные ФГОС // Методические материалы / Примерные ООП // Указатели соответствия и перечни образовательных программ ВПО / Законодательная база // Реализация уровневой системы высшего образования / Оренбургский государственный университет. Сайт. URL:<http://www.osu.ru/doc/3484>.
2. Постановление Правительства РФ от 23 ноября 2022 г. N 2115 "О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 13 октября 2020 г. N 1681" Режим доступа: base.garant.ru/405772021/#block_1003
3. Воробьев Ю. Л. Периферийный рынок образовательных услуг: взгляд из провинции // Знание. Понимание. Умение. 2015. №3.
4. Рублева Ю. Ю. Сущность педагогического взаимодействия как фактора развития всех участников воспитательно-образовательного процесса // Мир науки. Педагогика и психология. 2023. №3.

ФОРМИРОВАНИЕ ЗЕМЕЛЬНОГО УЧАСТКА ПОД ЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Штурманова М.А.,

**Новгородского государственного университета имени Ярослава Мудрого,
г. Великий Новгород**

Аннотация: В статье рассмотрены особенности формирования земельных участков, предназначенных для строительства линейных объектов. Для успешного согласования расположения линейных объектов был определен порядок и ключевые моменты согласования земельных участков, в соответствии с нормативно-правыми актами, уже имеющихся земельных участков и рельефом местности.

Ключевые слова: особенности формирования, земельный участок, линейный объект, инженерные коммуникации, инженерные изыскания, публичный сервитут, проектная документация

Особенность линейных объектов заключается в том, что земельные участки под ними имеют узкую и протяженную форму, что может повлиять на их использование и размещение других линейных объектов на них. [1] Процесс выбора трассы для формирования участка затрудняется большим количеством пересекаемых объектов недвижимости (земельные участки, объекты капитального строительства, зон с особыми условиями использования территории (далее – ЗОУИТ), инженерных коммуникаций и увеличивает срок согласования выбранной трассы. [2]

Формирование места размещения проектируемого линейного объекта проходит в несколько этапов:

1 этап. Предварительный выбор трассы.

Выбор трассы начинается со сбора исходных данных:

- Получение архивных планово-картографических материалов;
- Получение сведений из ЕГРН относительно сложившегося землепользования;
- Сведения о ЗОУИТ влияющих на ограничения размещения линейного объекта.

Также необходимо учитывать следующие факторы:

- Правила землепользования и застройки, где прописаны виды разрешенного использования земельных участков, ограничения и обременения. От этого будет зависеть возможность согласования прокладки трассы линейного объекта, наличие свободного места для строительства. Необходимо учитывать не только площадь земель для полосы отвода под постоянное пользование и

эксплуатацию объекта, но и на размещение необходимых материалов и оборудования при строительстве.

- Пересечение и примыкание. При пересечении существующих инженерных коммуникаций, необходимо учитывать требования нормативно технических актов. Учитывать расстояния от существующих коммуникаций и возможной высоты строительной техники при прохождении под воздушными линиями.

- Организация рельефа трассы и инженерная подготовка территории. Радиусы и углы поворотов, протяженности линейного объекта, продольные и поперечные уклоны, преодолеваемые высоты.

- Необходимость размещения объекта и его инфраструктуры. На землях сельскохозяйственного назначения, лесного и водного фонда, землях с особыми условиями использования территории. Затруднение при строительстве составляют зеленые насаждения, болотистая местность, водные объекты (пруды, ручьи, реки и озера). При правильном учете всех факторов можно избежать завышения стоимости строительства объекта и удобства его дальней эксплуатации. [3]

2 этап. Проведение инженерных изысканий (далее – ИИ).

Согласно п. 15 ст. 1 ГК РФ ИИ проводятся для изучения природных условий и факторов техногенного воздействия в целях рационального и безопасного использования территорий и земельных участков в их пределах, подготовки данных по обоснованию материалов, необходимых для территориального планирования, планировки территории и архитектурно-строительного проектирования. [4]

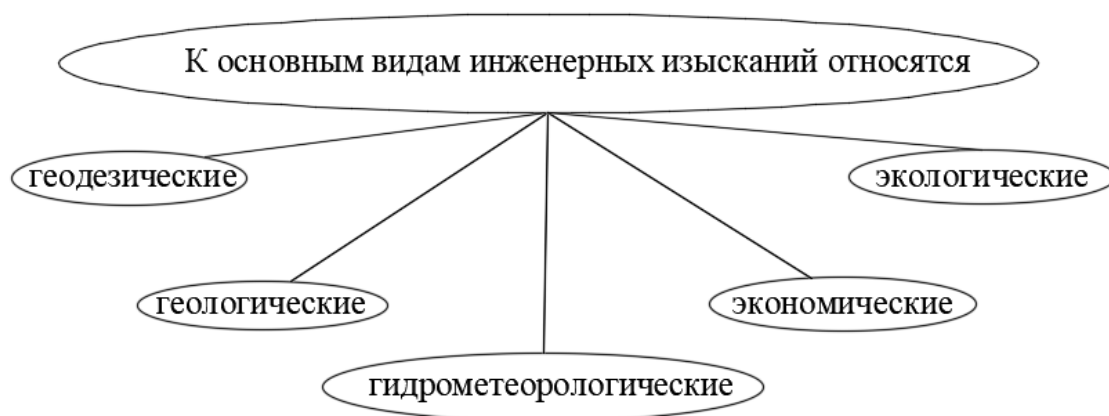


Рисунок 5 – Основные виды инженерных изысканий[5]

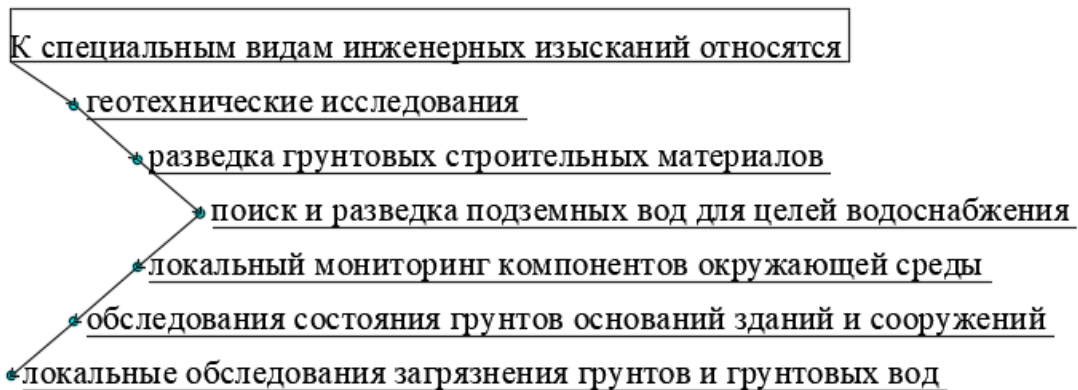


Рисунок 6 – Специальные виды инженерных изысканий

Результаты ИИ для обоснования выбора площадки (трассы) строительства должны обеспечивать:

- Сбор полной и достоверной информации о природных условиях и антропогенном воздействии на конкурирующие варианты площадок и трасс для линейных сооружений.

- Анализ потенциальных рисков воздействия на выбранную площадку или трассу опасных природных процессов и явлений, а также оценка их характеристик для различных вариантов расположения объекта строительства.

- Определение наиболее подходящего варианта площадки или трассы с учётом топографических, инженерно-геологических, инженерно-гидрометеорологических и инженерно-экологических условий, а также разработка рекомендаций по инженерной защите зданий и сооружений.

- Расчёт предварительного базового бюджета строительства.

- Разработка ключевых объёмно-планировочных и конструктивных решений для наиболее важных объектов. [3]

- Оценка влияния строящегося объекта на окружающую среду.

3 этап. Согласование места размещения линейного объекта с заинтересованными организациями.

Получение технических условий на переустройство пересекаемых коммуникаций:

- Предварительное согласование схемы расположения линейного объекта с отметкой СОГЛАСОВАНО.

- Заключение договора на прокладку и эксплуатацию линейного объекта в полосе отвода инженерной коммуникации и получение технических условий и требований.

- Разработка и согласование проектной документации. Например, при наличии объектов культурного наследия на участке проведения работ по строительству линейного объекта выполняются археологические работы с дальнейшей разработкой раздела проектной документации «Мероприятия по обеспечению сохранности объектов культурного (археологического) наследия при реализации проектного решения». [5]

4 этап. Проведение государственного кадастрового учета.

- Разработка документации по планировке территории линейного объекта;
 - Постановка земельных участков на учет (в случае наземного сооружения), межевые планы по образованию, разделу ЗУ.
 - Публичный сервитут (в случае подземной прокладки или воздушной); [6]
 - Подготовка технического плана сооружения;
 - Подготовка карты-плана охранный зоны инженерных коммуникаций.
- [7,8]

Таким образом, определен четкий порядок действий для формирования земельных участков под линейными объектами.

До постановки земельного участка на кадастровый учет выполняются работы: по предварительному выбору трассы газопровода с учетом всех особенностей рельефа местности, наличия водных объектов и инженерных коммуникаций.

Проведение инженерных изысканий с целью получения информации о геологических, геодезических, гидрометеорологических и других особенностях территории.

После проведения инженерных изысканий, подготовки по ним отчетов и подготовки проектной документации, подготовки ходатайства об установлении публичного сервитута и постановления администрации муниципального образования, выполняется постановка земельного участка под линейным объектом на кадастровый учет.

Список литературы:

1. Гагина И.С. Понятие и виды линейных объектов в системе землеустройства и кадастра недвижимости / И.С. Гагина, Д.И. Васильев // Вавиловские чтения - 2019 / Под ред. Д.А. Соловьева, И.Л. Воротникова, О.В. Ткаченко. — Саратов: Амирит, 2019. — С. 307-308.
2. Земельный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 25.10.2001 № 136 -ФЗ (ред. от 20.03.2025).

3. СП 47.13330.2016. Свод правил. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96. (ред. от 30.12.2020).

4. Градостроительный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 29.12.2004 № 190-ФЗ (ред. от 26.12.2024).

5. Постановление Правительства РФ от 19 января 2006 г. N 20 "Об инженерных изысканиях для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства" (ред. от 15.09.2020).

6. Приказом Минэкономразвития РФ от 10 октября 2018 г. № 542 утверждены требования к форме ходатайства об установлении публичного сервитута, содержанию обоснования необходимости установления публичного сервитута. Официальный интернет-портал правовой информации.

7. Рягузова С.Е. Проблемы государственной регистрации права на линейные объекты //Интерэкспо Гео-Сибирь. 2013. №3.

8. Вдовенко, Алла Владимировна Особенности кадастрового учета земельных участков под линейными объектами / А. В. Вдовенко, С. О. Квасова // Дальний Восток: проблемы развития архитектурно-строительного и дорожно-транспортного комплекса: материалы Международной научно-практической конференции. - Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2017. - Вып. 17. - С. 189-192.

УСИЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ ЦЕНТРАЛЬНОГО КУПОЛА «СОБОРНОЙ МЕЧЕТИ «АР-РАХИМ» ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ

**Сулейманов Т.Ф., Синицин Д.А., канд. техн. наук, доцент, Порываев И.А.,
канд. техн. наук, доцент, Юдин А.А.,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Уфимский государственный нефтяной технический
университет» г. Уфа**

Аннотация: Статья посвящена техническому обследованию и оценке состояния металлических конструкций центрального купола мечети «Ар-Рахим». Обследование выявило ряд дефектов и повреждений, включая коррозионные процессы, недостаточно прочное крепление некоторых элементов, проблемы с теплоизоляцией и изношенностью декоративного покрытия. Проведённые поверочные расчёты подтвердили общую надёжность большинства элементов конструкции, однако выявили недостаток устойчивости всей системы.

Предложено усилить конструкцию путём установки дополнительных элементов, очистки и восстановления декоративных покрытий, а также улучшения антикоррозийной защиты. Дополнительные меры позволили значительно увеличить запас прочности и надёжность конструкции, повысив её эксплуатационные характеристики.

Ключевые слова: техническое обследование, металлические конструкции, дефекты и повреждения, оценка технического состояния, поверочный расчёт, устойчивость конструкции, конструктивное решение, усиление конструкций

Техническое обследование металлических конструкций играет ключевую роль в поддержании безопасности и стабильности инфраструктуры. Металлоконструкции активно используются в строительстве современных зданий и сооружений, обеспечивая прочность и долговечность конструкций. Надёжность металлических элементов важна для безопасной эксплуатации объектов. Настоящее исследование направлено на проведения детального обследования металлоконструкций с целью анализа ключевых факторов, определяющих их техническое состояние и степень надёжности.

Обследованию подлежит центральный купол мечети «Ар-Рахим» диаметром 23,1м понизу во внутренней части и высотой 12,7м от опорного кольца до барабана купола. На железобетонном опорном кольце закреплены 32 полуфермы, соединенные в верхнем узле в кольцо. Поверх купола выполнена отделка из 6-тигранных нержавеющей стальных листов в виде «соты» с покрытием из нитрид-титана. На верхушке купола смонтирован улем

центрального купола в виде полумесяца и 2-х яблок. Строительство велось с перерывами с 2007 года по 2015 год.

По проектным данным центральный купол является сборной конструкцией и состоит из металлического решетчатого каркаса, покрытого стеклопластиковыми листами и облицованными пластинами из нержавеющей стали. Основным несущим элементом купола является сварной металлический каркас, состоящий из стропильных ферм, опорного кольца, верхних и нижних прогонов.

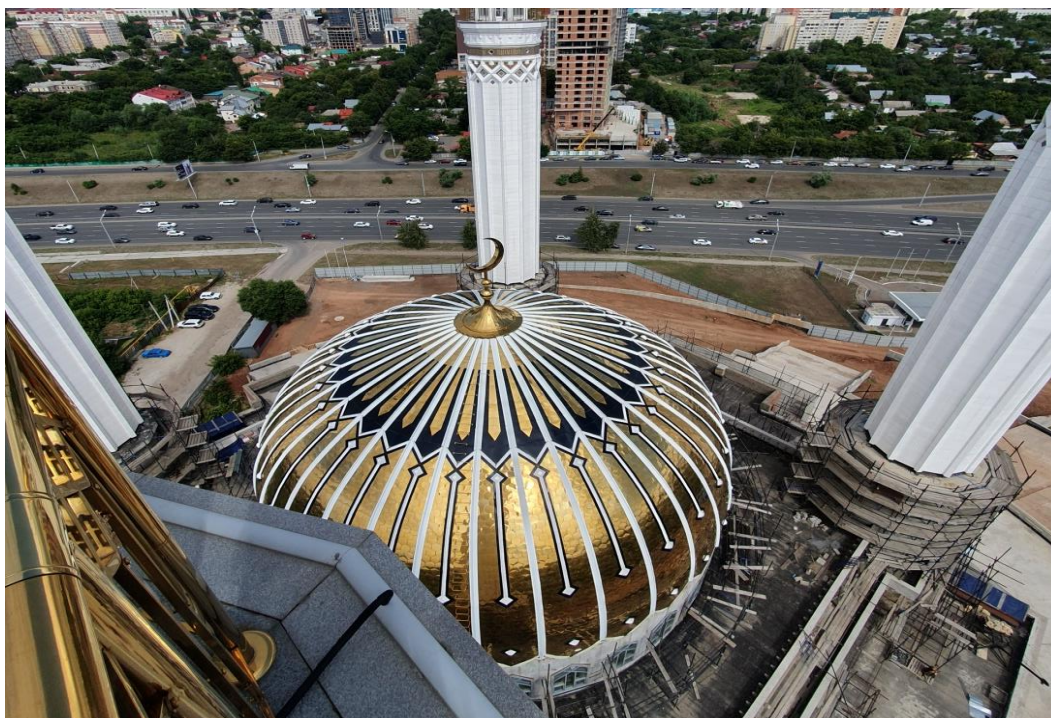


Рисунок 1. – Общий вид центрального купола «Соборной мечети «Ар-Рахим»

Для сборки решетчатого каркаса купола проектом заложены равнополочные уголки, стальные трубы, а также стальные пластины. Верхняя и нижняя секция фермы собираются на болтах, а затем привариваются между собой на монтаже ручной сваркой.

Каркас купола запроектирован из сварных ферм, криволинейного очертания, из двух отправочных элементов Ф1 (нижняя часть) и Ф2 (верхняя часть), соединенных между собой горизонтальными прогонами из уголков.

Внутренняя и внешняя оболочки выполнены из стеклопластика.

Покрытие купола запроектировано из отдельных «лепестков», из нержавеющей стали с нитрид-титановым напылением «под золото». Тип облицовки выполнен в форме сот.

При обследовании стальных несущих конструкций купола выявлены следующие дефекты и повреждения:

- имеются следы ржавчины на металлических швеллерах в верхнем барабане купола
- установлено, что утеплитель сползает с вертикальных участков купола
- выявлены натеки на покрытии элементов «соты» из нитрида титана на нижних вертикальных участках покрытия купола
- износ покрытия из нитрида титана на лицевой поверхности составил 40 мкм за 10 лет эксплуатации

Для оценки соответствия принятого конструктивного решения требованиям надежности и безопасности приведены поверочные расчеты основных несущих элементов.

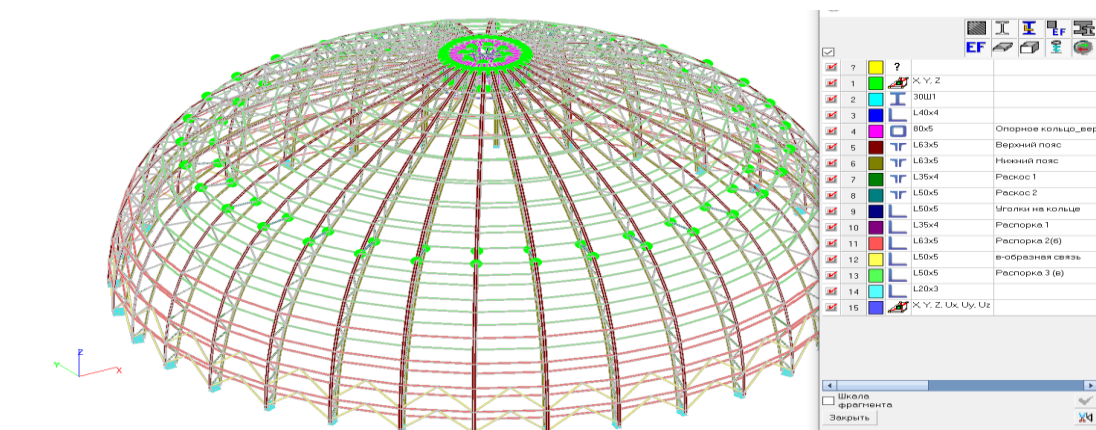


Рисунок 2. – Расчетная схема центрального купола «Соборной мечети «Ар-Рахим»

По результатам выполненных поверочных расчетов каркаса купола можно сделать следующие выводы:

- Требования нормативных документов по прочности и устойчивости отдельных элементов выполняются. Коэффициенты использования несущей способности отдельных элементов находятся в пределах нормативно допустимых величин.
- Требования II группы предельных состояний по прогибам и перемещениям отдельных элементов выполняются.
- Выполнена оценка прочности узлов прикрепления наиболее нагруженных раскосов ребер купола к поясам. Условие прочности сварных швов выполняется.
- Анализ общей устойчивости каркаса показал, что требования нормативных документов по критерию общая устойчивость не выполняется.

Коэффициент запаса устойчивости системы составляет 0,0041. Требуемое значение 1,3.

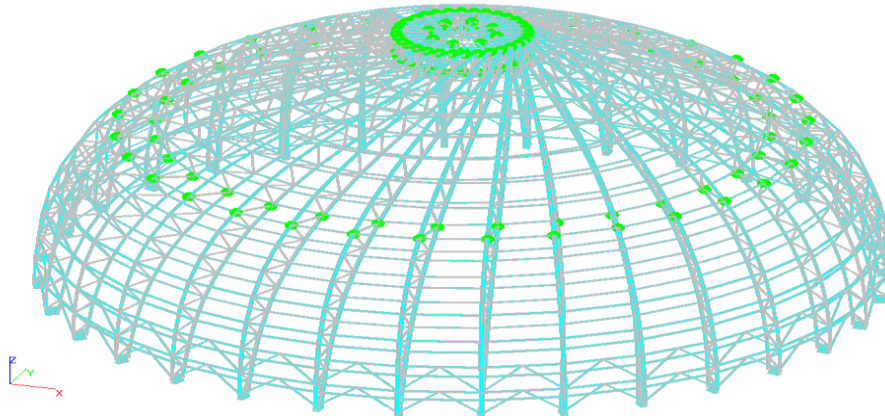


Рисунок 3. – Форма общей потери устойчивости здания

По результатам обследования можно сделать вывод, что некоторые узлы и элементы имеют конструктивные просчеты и требуют усиления.

По результатам расчетного обоснования каркаса купола установлено, что коэффициент запаса общей устойчивости составляет менее 0,005. Система обладает недостаточной жесткостью и близка к геометрически изменяемой системе. Кольцевые прогоны сопряжены с основными ребрами шарнирно и не оказывают существенного влияния на его жесткость и устойчивость. Жесткий диск покрытия в системе также отсутствует. При такой конструкции для обеспечения жесткости и неизменяемости конструкции необходима система связей. Связевые блоки выполним из одиночных уголков и расположим в 2-х секторах купола. Блоки располагаются по верхним и по нижним поясам ребер конструктивной системы.

Были проведены мероприятия по усилению конструкций. Для обеспечения надежности и безопасности каркаса приняты следующие конструктивные решения по усилению:

- выполнить усиление металлических конструкций центрального купола путем монтажа дополнительных элементов;
- выполнить усиление узла крепления несущей конструкции улемы полумесяца к верхнему барабану купола;
- очистить налет на поверхности нитрида титана на шестигранных элементах внешнего покрытия, покрыть защитным составом;
- зачистить и нанести новое ЛКП на закладные детали;

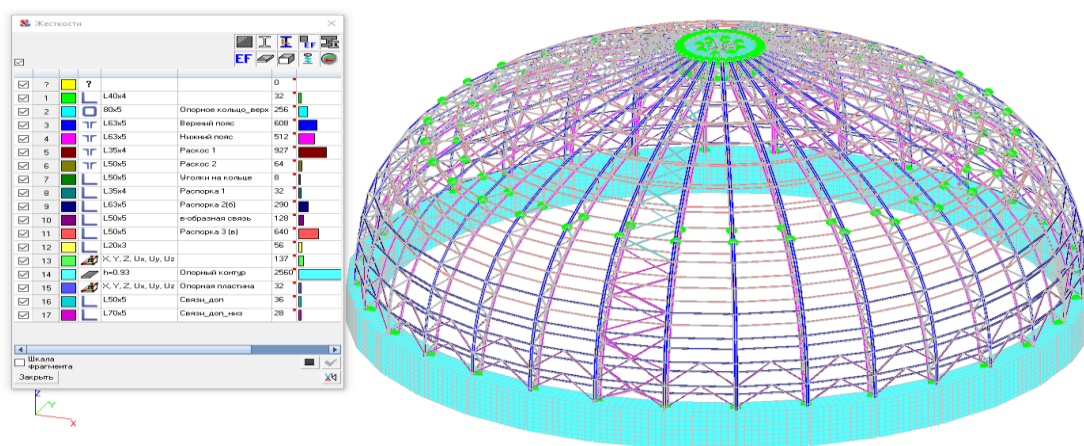


Рисунок 4. - Расчетная схема купола с дополнительными связями

Добавление связевых блоков позволило повысить частоту собственных колебаний системы в 39,5 раз.

Список литературы

1. ГОСТ 31937-2024. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. М.: Стандартинформ, 2014. 54 с.
2. ГОСТ 27751-2014. Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2015. 23 с.
3. СП 13-102-2003. Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений. М.: Госстрой, 2004. 41 с.
4. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий. М.: АО ЦНИИПромзданий, 2004. 222с.
5. ВСН 57-88 (р). Положение по техническому обследованию зданий. М.: Госкомархитектуры, 1989. 65с.
6. ВСН 58-88 (р). Положение об организации и проведении реконструкции, ремонта и обслуживания зданий, объектов коммунального и социально-культурного назначения. М.: Госстрой СССР, 1989. 69с.
7. Градостроительный кодекс Российской Федерации: постановление Правительства от 29.12.2004 N 190-ФЗ // Собрание законодательства РФ. 2004. (ред. от 03.08.2018)

АВТОМАТИЗАЦИЯ РУТИННЫХ ПРОЦЕССОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ BIM-ТЕХНОЛОГИЙ

Юсупова Е.Е., студент кафедры ценообразования в строительстве и промышленности,

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г.Екатеринбург

Аннотация: Целью статьи является анализ важности применения BIM-технологий для автоматизации рутинных процессов проектирования, это достигается посредством создания и внедрения разнообразных плагинов и надстроек в программный комплекс, которые замещают монотонный труд инженеров, позволяют сэкономить время и свести к минимуму ошибки на всех этапах проектирования.

Ключевые слова: BIM-технологии, автоматизация, проектирование, программный комплекс, плагин, надстройка.

Современные технологии проектирования претерпевают значительные изменения благодаря внедрению методов информационного моделирования зданий (BIM). Эти технологии позволяют оптимизировать рабочие процессы, автоматизировать рутинные задачи и улучшить взаимодействие между участниками проектирования. BIM-технологии произвели революцию в процессе проектирования, расширили возможности совершенствования процесса строительства, изменили подход к созданию объекта в целом, выдвинули строительную отрасль в передовой эшелон освоения новых технологий [1]. В данной статье предлагаю рассмотреть, как автоматизация рутинных процессов проектирования с использованием BIM-технологий, включая разработку плагинов и надстроек в программных комплексах, может существенно облегчить работу проектировщиков.

BIM (Building Information Modeling) — это процесс создания и управления цифровыми представлениями физических и функциональных характеристик объектов. Основные преимущества BIM-технологий включают:

- улучшение координации: все участники проекта работают с одними и теми же проектными решениями. В случае изменения проектных решений - они изменяются у всех участников проекта [2];
- снижение затрат: количество ошибок при проектировании снижается, сокращается время рассмотрения и экспертизы проекта, а также упрощается процесс приемки работ и объекта в целом. В конечном итоге все это приводит к снижению стоимости строительства объекта [3];
- управление данными: BIM обеспечивает централизованное хранение информации;

В процессе проектирования инженерных систем существует множество рутинных задач, которые требуют значительных временных затрат. К ним относятся, например:

- создание спецификаций;
- проверка соответствия проектных данных нормативам;
- обновление данных при изменении проектных условий.

BIM-модель представляет собой единую среду данных, где каждый элемент содержит не только геометрию, но и параметры (материалы, нагрузки, стоимость и т.д.). Плагины позволяют проводить автоматические проверки на согласованность и корректность этих данных.

Примеры таких проверок:

- обнаружение дублирующихся элементов;
- выявление несоответствий между архитектурной и конструктивной моделью;
- автоматическое сопоставление семейств по внутренним стандартам компании.

Использование BIM-модели позволяет за счёт выделенных преимуществ улучшить качество, в перспективе уменьшить себестоимость и увеличить скорость выпуска проектов [4].

Каждая проектная организация, работающая с BIM, стремится выстроить собственные стандарты моделирования, оформления документации, наименования семейств и т.д. Однако ручное соблюдение всех этих стандартов требует значительных усилий и подвержено ошибкам.

Плагины позволяют:

- автоматически применять стандарты оформления (шаблоны видов, стилей аннотаций);
- проверять модели на соответствие внутренним требованиям (например, обязательное наличие определённых параметров);
- генерировать отчёты о нарушениях стандартов.

Это особенно актуально для крупных компаний и проектов с большим количеством участников, где важно обеспечить единый подход к моделированию. Если ошибки допущены на стадии проектирования объекта, это приводит к увеличению дополнительных расходов. Информационная модель здания помогает обнаружить даже незначительные просчеты на стадии проектирования и сократить затраты в среднем на 20-30% [5].

Плагины и надстройки представляют собой дополнения к основным программам, которые позволяют автоматизировать определенные процессы. Например, в Autodesk Revit можно разработать плагин, который автоматически

генерирует спецификации на основе выбранных элементов модели, что значительно сокращает время на подготовку документации.

Традиционные инструменты автоматизации проектирования в среде Autodesk Revit включают такие платформы, как Dynamo и различные внешние плагины (надстройки). Dynamo – это среда визуального программирования, позволяющая пользователям создавать собственные алгоритмы и скрипты для выполнения сложных операций в Revit. Dynamo помогает решить ряд задач:

- установка общих параметров проекта;
- создание и редактирование спецификаций;
- импорт/Экспорт Excel, txt, csv, jpeg;
- получение спецификаций и схем из 2D-линий, 2D-элементов и текста.

Плагины представляют собой специализированные инструменты, разработанные сторонними компаниями для расширения возможностей базового функционала Revit. Эти приложения позволяют решать узконаправленные задачи быстрее и точнее, снижая количество ошибок и повышая производительность труда специалистов.

Наличие собственной библиотеки плагинов или способность быстро разрабатывать новые решения под конкретные задачи — это конкурентное преимущество на рынке проектных услуг. Компании, инвестирующие в собственные BIM-инструменты, получают:

- сокращение сроков выполнения проектов;
- снижение затрат на моделирование и выпуск документации;
- устойчивую цифровую культуру внутри коллектива.

Кроме того, такие компании могут предлагать клиентам дополнительные услуги, связанные с кастомизацией BIM-моделей и повышением их ценности для эксплуатации. Например, остановимся на плагинах, внедрение которых приведет к упрощению работы проектировщиков отдела отопления.

Плагин для расчета теплопотерь здания.

3D-модель разбивается по цветам: разными цветами выделяются холодные наружные ограждения, окна и внутренние помещения, в модель заводится вся информация о пространствах: площадь, конструкция ограждения, ориентация ограждений по сторонам света, сопротивление теплопередачи конструкций, выделяются зоны по грунту в подвале, плагин автоматически определяет сопротивление зоны в зависимости от ее номера, дополнительно отключается учет отрицательных теплопотерь в пространствах, нагрузки округляются до 10 Вт, малая тепловая нагрузка из примыкающих к основным помещений распределяется равномерно на основные помещения. После проведения расчета данные по нагрузкам записываются в каждое пространство.

Плагин для гидравлического расчета и подбора отопительных приборов.

В плагин добавляются параметры для отопительного прибора, ручной ввод тепловой мощности и потери давления для каждого отопительного прибора, добавляются все необходимые параметры, формулы расчета, значения температур и мощности. Расчет может выполняться в нескольких вариантах: без балансировки и с балансировкой (при первом варианте плагин рассчитывает сопротивление по диктующей ветке, при втором варианте плагин указывает, где нужно добавить арматуру для балансировки системы). Задаются три ограничения: сопротивление на термостатическом вентиле, минимальные потери давления на регулирующем клапане-партнёре и минимальная потеря давления на ручных балансировочных клапанах. Указываются процент открытия клапана на диктующей ветке и максимальное отклонение в потере давления между ветками. Получаются итоговые значения гидравлического сопротивления и объёмного расхода. Плагин также рассчитывает остывание теплоносителя по длине трубы.

Для подбора отопительных приборов задаются типы отопительных приборов: 11-й, 22-й, 33-й, заполняются модели радиаторов и проверяется их соответствие семействам, вводятся настройки из каталогов производителей, настраиваются минимальные и максимальные потери, затем плагин автоматически определяет, где необходимо расставить приборы, и распределяет теплотери по ним. Выполняется настройка параметров: гидравлический клапан, температура воды, запас мощности, вводятся ограничения по размерам радиаторов: максимальная и минимальная высота, допустимая длина, указываются типы подключения (нижнее, боковое).

Плагин для автоматической расстановки фитингов на стояках отопления.

Данный плагин автоматически расставляет всевозможные фитинги (крестовины, тройники, муфты, резьбы, сгоны и т.д.), т.к. при расстановке фитингов вручную проектировщиками либо допускаются ошибки (фитинги некорректно поставлены, не врезаны в трубы, соответственно модель получается некорректной, непригодной для дальнейшей работы), либо тратится очень много времени.

Подводя итог, хотелось бы сказать, что при активном внедрении и применении вышеописанных плагинов для системы отопления мы получаем колоссальное уменьшение времени, затрачиваемого на проектирование, уменьшение материальных затрат на проектирование, уменьшение всевозможных издержек ввиду сведения неточностей проектирования к минимуму. Разработка плагинов в BIM-среде — это не просто способ

оптимизации работы отдельных специалистов, а стратегический инструмент цифровой трансформации проектных организаций. Интеграция, автоматизация, стандартизация и гибкость — вот ключевые слова, характеризующие преимущества такого подхода.

Компании, инвестирующие в собственные BIM-инструменты, получают не только повышение эффективности текущих проектов, но и фундамент для устойчивого развития в условиях быстро меняющихся цифровых требований в строительной отрасли.

Список литературы

1. Петров К. С., Артюх А. О., Батюков И.С., Демченко Е. В. BIM технологии: как строительная индустрия становится «умнее»// БСТ –Бюллетень строительной техники: –М., 2018. – №7. С.57
2. Абакумов Р.Г., Наумов А.Е., Зобова А.Г. «Преимущества, инструменты и эффективность внедрения технологий информационного моделирования в строительстве». Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова, 2017, №5, с.171–181.
3. Рыбин Е.Н., Амбарян С.К., Аносов В.В., Гальцев Д.В., Фахратов М.А. BIM-технологии // Известия вузов. Инвестиции. Строительство. Недвижимость. 2019. № 1. С. 98 – 105.
4. Соловьёв Д.Б., Копотилова В.Г., Катюк Д.П. и др. «Сравнение эффективности использования технологий BIM и CAD с помощью математической модели». Строительные материалы и изделия, 2021, №4, с.18–26.
5. Мамаев А. Е., Шарманов В. В., Золотова Ю. С., Свинцицкий В. А., Городнюк Г.С. Прикладное применение BIM-модели здания для контроля инвестиционно-строительного проекта // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. No1-3. с. 83-87.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

**Якашина А.В., магистрант, Моршанкин В.А., магистрант, Тарасеева Н.И.,
к.т.н., доцент,**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства», г. Пенза**

Аннотация: При проектировании мостов и других транспортных сооружений рассматривается комплексная задача: инженерам необходимо выбирать не только рациональные конструктивные решения, основанные на технико-экономическом обосновании, но и экологические факторы влияния на окружающую среду. В статье выполнен анализ интеграции экологических факторов в проектирование искусственных сооружений на городских дорогах и транспортных магистралях.

Ключевые слова: проектирования мостовых сооружений, экологические аспекты, окружающая среда, экодук.

Экологические аспекты проектирования мостовых сооружений занимают важное место в современной строительной практике, поскольку их влияние на окружающую среду становится всё более очевидным. Сегодня акцент на устойчивое развитие в области инфраструктуры требует от проектировщиков не только знания инженерных решений, но и понимания значения экологических и социальных последствий их научно-технической и практической деятельности [1]. Проектирование мостов следует рассматривать как комплексную задачу, где необходимо учитывать экологические, экономические и социальные факторы на основе современных подходов для многокритериальной оптимизации [2]. На примере Керченского моста показан процесс объединения различных систем на стадиях строительства и эксплуатации с целью создания функциональной системы (рис. 1).



Рисунок 1. Схема интеграции экологических факторов в проектирование мостов

Присутствие мостов в городских и природных ландшафтах может способствовать не только улучшению транспортной доступности, но и созданию новых общественных пространств, таких как парк на мосту. Это призвано улучшать качество жизни, делать населённые пункты более привлекательными и устойчивыми к изменениям климата [3]. Исторически сложилось так, что мосты часто рассматривались как чисто технические сооружения, но настоящая экологическая ответственность подразумевает более глубокое понимание их роли в городской инфраструктуре.

Создание экологически устойчивых объектов требует применения материалов и технологий, которые минимизируют негативное воздействие на окружающую среду. Одним из важных аспектов является предохранение участников движения от столкновений с дикими животными и, как результат, дорожно-транспортных происшествий. Ландшафтные мосты, которые обеспечивают безопасные переходы для животных через транспортные артерии, становятся всё более популярными. Такие конструкции помогают сохранить биоразнообразие, предотвращая нарушения экосистем и уменьшение численности видов, находящихся под угрозой исчезновения [3].

В России, учитывая разнообразие ландшафта, пересекаемого транспортными магистралями, необходимо строительство специальных мостов и тоннелей, позволяющих животным безопасно переходить через автомобильные дороги, сохранять пути миграции диких животных и, соответственно, уменьшать количество ДТП. Первый экодук был открыт в 2016 году на трассе М-3 «Украина», а к 2022 году их было возведено 257, включая подземные переходы. Данные сооружения возводятся на таких крупных

магистралях, как ЦКАД и М-12, и даже на региональных дорогах, например, в Татарстане и Кузбассе, а также во Владимирской, Орловской, Ленинградских областях, в Приморье и Чувашии.

На 7-м этапе строительства скоростной автомобильной дороги М-12 «Восток» построен уникальный объект – экодук, который находится недалеко от границы Татарстана с Чувашской республикой и представляет собой мост, который обеспечивает безопасный переход животных через трассу (рис. 2).



Рисунок 2 – Экодук на скоростной автомобильной дороге М-12 «Восток»

Также следует упомянуть о взаимодействии мостовых сооружений с экологическими коридорами, которые способствуют созданию экологически безопасной инфраструктуры. Проектирование мостов с учётом этих факторов позволяет интегрировать их в существующие экосистемы, обеспечивая необходимую связь между разными частями среды [2]. Такой подход требует изменения традиционных методов проектирования и принятия во внимание концепций устойчивого развития. Повышению безопасности транспортных сооружений, поддержанию здоровья экосистемы способствует интеграция экологических аспектов на всех этапах – от концептуального проектирования до эксплуатации [4]. В конечном итоге, проектирование мостов – это не просто создание объектов, соединяющих берега и города, также возможность формировать положительное воздействие на экосистему и обеспечивать устойчивое развитие региона.

Важнейшим направлением является ревитализация заброшенных мостов и их интеграция в современные городские пространства (рис. 3). Это не только способствует экономии ресурсов, но и помогает поддерживать экологическую культуру на высоком уровне. В процессе восстановления подобных объектов применяют уже современные более экологически чистые материалы и

современные технологии, которые улучшают эксплуатационные характеристики [1].



Рисунок 3 – Бакунинский мост (г. Пенза) до и после ревитализации

Одним из наиболее эффективных методов мониторинга мостовых сооружений на всех этапах жизненного цикла объекта является гидроакустика, которая позволяет более эффективно оценивать состояние конструкций и их воздействие на окружающую среду, а также служит основой для принятия оперативных мер по устранению негативных последствий [2].

В результате исследований конструктивно-технологических решений становится ясно, что, уделяя особое внимание экологическим аспектам планирования практического использования транспортных сооружений на городских и автомобильных дорогах, можно значительно снизить негативные воздействия на окружающую среду и сделать инфраструктуру более устойчивой. Понимание последствий и мер по их смягчению поможет не только улучшить качество проектирования, но и закладывает основы для дальнейших исследований в этой области. Использование новейших технологий и методов в проектировании, таких как экологически чистые материалы и технологии, является необходимым шагом к улучшению состояния окружающей среды при строительстве мостовых сооружений [5, 6].

Список литературы

1. Коротков М. А., Овчинников И. Г. Воздействие экологически-рационального проектирования на отрасль транспортного строительства // Вестник евразийской науки. 2022. №3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdeystvie-ekologicheskii-ratsionalnogo-proektirovaniya-na-otrasl-transportnogo-stroitelstva> (дата обращения: 29.11.2024).
2. Бахтин С. А. Разработка комплексного алгоритма многокритериальной оптимизации на примере проектирования экологических путепроводов (ландшафтных мостов) на автомагистралях // Вестник Сибирского

государственного университета путей сообщения. 2021. №2 (57). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/razrabotka-kompleksnogo-algoritma-mnogokriterialnoy-optimizatsii-na-primere-proektirovaniya-ekologicheskikh-puteprovodov> (дата обращения: 29.11.2024).

3. Разгулова А. М. Концепция совмещения моста и городского парка в качестве градозэкологической связи на пограничных средовых участках // АМІТ. 2016. №2 (35). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kontseptsiya-sovmescheniya-mosta-i-gorodskogo-parka-v-kachestve-gradoeekologicheskoy-svyazi-na-pogranichnyh-sredovyh-uchastkah> (дата обращения: 29.11.2024).

4. Гулицкая Л. В., Куш Н. Н., Шиманская О. С. О загрязнении рек при строительстве и капитальном ремонте мостов // Наука и техника. 2012. №6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-zagryaznenii-rek-pri-stroitelstve-i-kapitalnom-remonte-mostov> (дата обращения: 29.11.2024).

5. Овчинников И. Г., Овчинников И. И., Караханян А. Б. Пешеходные мосты современности: тенденции проектирования. Часть 1. Использование бионического подхода // Вестник евразийской науки. 2015. №2 (27). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/peshehodnye-mosty-sovremennosti-tendentsii-proektirovaniya-chast-1-ispolzovanie-bionicheskogo-podhoda> (дата обращения: 29.11.2024).

6. Малые мосты: проблемы и решения / А. А. Акыев, В. П. Волков, Н. И. Тарасеева, А.В. Якашина, В.А. Моршанкин // Моделирование и механика конструкций. – 2025. – № 21. – С. 123-131. – EDN X VWNTQ.

