

УТВЕРЖДЕНО

Приказ ректора

03.04.2016 г. № 167

**ПАСПОРТ ЦЕНТРА КОМПЕТЕНЦИЙ
«СТРОИТЕЛЬСТВО И ИНЖЕНЕРНЫЕ СЕТИ»
УЧРЕЖДЕНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ ЕВФРОСИНИИ ПОЛОЦКОЙ»**

7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»

7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений»

7-07-0731-01 «Архитектура»

6-05-0212-02 «Дизайн предметно-пространственной среды»

Полное наименование учреждения высшего образования (далее – УВО)	Учреждение образования «Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой» (далее – ПГУ)
Адрес УВО	211440, Витебская обл., г. Новополоцк, ул. Блохина, 29
Телефон приемной руководителя УВО	+375 214 50 57 00
Факс	+375 214 50 57 00
E-mail	post@psu.by
Официальный сайт УВО	www.psu.by
Фамилия, имя, отчество руководителя УВО	Ректор Романовский Юрий Яцентович

Глава 1. Контингент обучающихся в УВО

По состоянию на 20.02.2026 г. в УВО обучается всего 5695 обучающихся, в том числе по образовательным программам общего высшего образования 4770 студента по 33 специальностям, по образовательным программам углубленного высшего образования 186 студентов по 20 специальностям, по образовательным программам специального высшего образования 739 студентов по 4 специальностям.

Глава 2. Базовые организации учреждения образования

№ п/п	Название организации	Реквизиты заключенного договора о взаимодействии
1	РУП «Витебское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру»,	№ 53 от 14.12.2017
2	УП «Минскоблгаз»	№ 61 от 01.07.2021
3	РУП «Витебскэнерго»	№ 63 от 06.09.2021
4	УП Витебскоблгаз»	№ 64 от 10.11.2021
5	ОАО «Трест №16, г. Новополоцк»	№ 71 от 04.01.2024
6	ОАО «Полоцк-Стекловолокно»	№ 76 от 15.10.2024
7	ООО «Технологии управления проектами»	№ 83 от 05.03.2025
8	УП «Витебскоблводоканал»	№ 84 от 05.03.2025
9	ООО «Гефлис»	№ 88 от 04.04.2025
10	ОАО «Дорстроймонтажтрест» филиал «СМП №169 на станции Витебск»,	№ 89 от 20.06.2025
11	ГПУ «Национальный парк «Браславские озёра»	№ 90 от 01.07.2025
12	УП «Институт Витебскгражданпроект»	№ 93 от 01.07.2025
13	РУП «Минское областное агентство по государственной регистрации и земельному кадастру»	№ 94 от 10.07.2025
14	ОАО «Специализированное ремонтно-строительное управление №3 г.Новополоцк»	№ 95 от 15.10.2025
15	УП «Гроднооблгаз»	№ 96 от 15.10.2025
16	ОДО «ЭНЭКА»	№ 97 от 15.10.2025
17	ОАО «Союзпроммонтаж»	№ 99 от 25.11.2025
18	ОАО «Институт Могилёвгражданпроект»	№ 59 от 15.02.2025
19	ЗАО «Атлант»	№ 92 от 01.07.2025
20	ИПУП «Веза-Г»	№ 98 от 25.11.2025

Глава 3. Информация о центре компетенций учреждения высшего образования (далее – центр компетенций)

Приказ о создании центра компетенций № ____ от _____.
Количество обучающихся в центре компетенций – 890 человек.

Глава 4. Информация о планируемой подготовке обучающихся в центре компетенций в разрезе специальностей

Специальности общего высшего образования	6-05-0212-02 «Дизайн предметно-пространственной среды»
Специальности специального высшего образования	7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений» 7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений» 7-07-0731-01 «Архитектура»

Глава 5. Учреждения образования, обучающиеся которых проходят обучение в центре компетенций

Наименование учреждения образования	Наименование специальности(ей), по которым осуществляется подготовка обучающихся
1. Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта»	7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений» 7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений» 7-07-0731-01 «Архитектура»
2. Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»	7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»
3. Учреждения образования «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»	7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений» 7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений» 7-07-0731-01 «Архитектура»
4. Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»	7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений» 7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений» 7-07-0731-01 «Архитектура»
5. Межгосударственное образовательное учреждение высшего образования «Белорусско-Российский университет»	7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»
6. Учреждение образования «Витебский государственный технологический университет»	6-05-0212-02 «Дизайн предметно-пространственной среды»

Глава 6. Материально-техническая база учреждения образования (для обеспечения работы центра компетенций)

6.1. здания, сооружения, земельные участки

Наименование	Перечень
Аудиторный фонд (учебные кабинеты)	Учебная аудитория (ауд. 271) (50 мест)
	Учебная аудитория (ауд. 127н) (50 мест)
	Учебная аудитория (ауд. 373) (92 места)
	Учебная аудитория (ауд. 362) (90 мест)
	Учебная аудитория (ауд. 366) (60 мест)
	Офисное помещение ЦК (ауд. 360)
Лаборатории, полигоны и т.д.	Инновационная лаборатория цифровых двойников систем газоснабжения
	Лаборатория газоснабжения
	Лаборатория теплоснабжения
	Лаборатория очистки природных и сточных вод
	Лаборатория оборудования систем водоснабжения и водоотведения
	Лаборатория термодинамики и тепломассообмена
	Лаборатория очистки вентиляционных выбросов
	Лаборатория вентиляции
	Лаборатория отопления
	Лаборатория BIM-проектирования
	Лаборатория испытания строительных конструкций и материалов «Crush-Lab»
	Лаборатория оценки технического состояния и усиления строительных конструкций
	Лаборатория строительных материалов
Общежитие (на кол. чел.)	Общежитие № 7 (на 150 человек)
Столовая / кафе (на кол. чел.)	Столовые учебно-лабораторных корпусов № 2, 3 (на 180 мест)
Библиотека	Библиотека университета
Другое:	
Спорт зал	Спорт зал учебно-лабораторного корпуса № 2
Тренажерный зал	Тренажерный зал учебно-лабораторного корпуса № 2
Гардероб	Гардеробы учебно-лабораторных корпусов № 2, 3
Санузлы	Санузлы учебно-лабораторных корпусов № 2, 3

6.2. перечень средств обучения, имеющихся в центре компетенций для подготовки обучающихся согласно перечням, изложенным в главах 5, 6, по состоянию на 01.03.2026

Наименование средств обучения	Кол-во (шт.)	Год приобретения	Формируемые знания, умения, навыки
1. Инновационная лаборатория цифровых двойников систем газоснабжения			
Компьютерный класс (17 компьютеров).	1	2025	Знания: Принципы создания виртуальных копий реальных газораспределительных систем (ГРС)
Комплект оборудования	1	2025	

виртуальной реальности (компьютер, гарнитура, интерактивная панель)			и сетей газопотребления. Функционал МПК «Панорама»: методы ГИС-технологий для паспортизации газопроводов, привязки объектов к цифровым картам и ведения пространственных баз данных. Возможности программ «Мириада» и «УРГ»: алгоритмы гидравлического расчета кольцевых и тупиковых сетей, а также принципы моделирования режимов работы оборудования ГРП (ГРУ).
Интерактивная панель	1	2025	<u>Умения:</u> Построение расчетных схем газопроводов в графических редакторах МПК с заданием параметров труб, потребителей и арматуры. Выполнение гидравлической увязки сетей высокого, и низкого давления в автоматизированном режиме. Имитация аварийных случаев в виртуальной среде для оценки последствий. Внесение и актуализация технических характеристик оборудования (ГРП, ШРП, задвижек) в цифровой паспорт системы.
Виртуальный интерактивный помощник на основе технологий искусственного интеллекта (компьютерная настенная панель с устройствами ввода, вывода и отображения информации и специализированным программным обеспечением)	1	2025	<u>Навыки:</u> Управление режимами газораспределения через интерфейс цифрового двойника («цифровой диспетчер»). Подбор оптимальных диаметров труб и характеристик оборудования для обеспечения требуемого давления у потребителей. Сопоставление результатов виртуального моделирования с данными реальных приборов учета (при интеграции с телеметрией). Автоматизированная генерация спецификаций, ведомостей и расчетных листов в форматах, принятых в газораспределительных организациях.

2. Лаборатория газоснабжения

Модель ГРП на сжатом воздухе	2	2015	<u>Знания:</u> Конструкция и принцип действия регуляторов давления (ГРП), бытовых плит, проточных водонагревателей, отопительных котлов и воздухонагревателей. Регламент пуска и остановки ГРП.
Модель системы горячего водоснабжения индивидуального жилого дома с водонагревателем на газовом топливе	1	2015	Устройство для сжигания газа: физика процессов в диффузионных (Бунзена), инжекционных и инфракрасных горелках; условия сгорания газа.
Модель системы отопления индивидуального жилого дома с нагревательным котлом на газовом топливе	1	2015	Методика определения теплоты сгорания газа с помощью водяного калориметра Юнкера.
Бытовые газовые плиты	2	2015	Способы соединений труб (сварные, резьбовые, фланцевые); типы уплотнительных материалов;
Калориметр Юнкера	1	1977	правила установки запорной и регулирующей арматуры.
Комплект инфракрасных газовых горелок с	5	1977	Правила размещения газоиспользующего

керамической насадкой, горелка Бунзена			оборудования в помещениях, нормы проектирования дымовых и вентиляционных каналов. Принципы работы предохранительно-запорных (ПЗК) и сбросных (ПСК) клапанов, терморегуляторы и датчики тяги
Газовый воздухоподогреватель	1	2015	
Комплект настенных учебных стендов для изучения газового оборудования	5	2015	Умения: Настройка выходного давления на модели ГРП (используя сжатый воздух); Чтение и детализация аксонометрических схем газопроводов; подбор арматуры и фитингов согласно спецификации. Определение причин неустойчивой работы горелок, выявление мест утечек газа визуальными и приборными методами.
Компьютерный класс (12 компьютеров)	1	2015	Навыки: Работа с калориметром Юнкера для определения качественных показателей топлива. Слесарно-сборочные работы: нарезка резьбы, гибка стальных труб, сборка фланцевых и резьбовых соединений с обеспечением герметичности. Пусконаладочные работы: первый пуск газовых приборов, проверка срабатывания автоматики безопасности при имитации аварийных ситуаций. Владение техникой «опрессовки» (пневматических испытаний) систем на герметичность; использование манометров и течеискателей. Обслуживание оборудования: разборка, чистка и сборка узлов газовых горелок и фильтров.

3. Лаборатория теплоснабжения

Гидродинамический стенд аналоговый	1	1977	Знания: Принципы формирования гидравлических режимов, пьезометрических графиков и влияния напоров на прочность оборудования. Конструктивные схемы зависимого и независимого присоединения систем отопления и ГВС, принципы работы теплообменников. Технологические циклы генерации теплоты на газовом и жидком топливе, устройство горелок, экономайзеров и систем водоподготовки.
Действующая интерактивная модель центрального / индивидуального теплового пункта с компьютерным отображением информации	1	2023	Кавитационные характеристики, параллельная и последовательная работа насосов, принципы частотного регулирования. Основы передачи данных с датчиков на компьютерные интерфейсы (SCADA-системы) для визуализации режимов в реальном времени.
Цифровая интерактивная модель котельной на жидком и газообразном топливе с компьютерным отображением информации	1	2023	Умения: Имитация аварийных ситуаций на гидродинамическом стенде (разрывы, засоры) и анализ изменения давлений в узлах сети.
Стенд для исследования работы и испытаний насосного оборудования	1	2023	Дистанционное управление задвижками и
Компьютерный класс (5 компьютеров, 1	1	2024	

настенная компьютерная панель)			клапанами через интерактивную модель для достижения заданных параметров теплоносителя. Снятие напорных характеристик (Q-H кривых) и определение КПД насосных агрегатов на специализированном стенде. Использование компьютерных моделей котельной для пуска/останова оборудования и контроля параметров уходящих газов. Считывание и интерпретация цифровой информации с экранов мониторов для оперативной корректировки работы тепловой схемы. Навыки: Распределение расходов теплоносителя по потребителям с использованием балансировочной арматуры. Взаимодействия с компьютерными интерфейсами управления котельными и тепловыми пунктами. Определение «точки кавитации» насоса по звуку и показаниям приборов; выявление неэффективной работы теплообменников. Обработка экспериментальных данных в компьютерном классе для построения реальных характеристик оборудования. Понимание схем обвязки оборудования на основе визуального изучения стендов и их цифровых двойников.
--------------------------------	--	--	--

4. Лаборатория очистки природных и сточных вод

Стенд «Устройство и принцип работы аэротенка-отстойника»	1	2025	Знания: Теоретические основы процессов обезжелезивания (аэрация, фильтрование), умягчения и осветления природной воды. Принципы функционирования аэротенков-отстойников, роль активного ила, циклы нитрификации и денитрификации. Устройство и режимы работы аэраторов, загрузочных фильтров, систем регенерации и дозирования реагентов. Использование интерактивных панелей для визуализации схем движения потоков и контроля технологических параметров. Умения: Запуск и остановка лабораторных установок обезжелезивания и водоподготовки, регулирование расходов исходной воды и воздуха. Настройка интенсивности аэрации и времени пребывания сточных вод в системе для достижения требуемой степени очистки. Выполнение операций по обратной промывке фильтрующих загрузок в установках водоподготовки.
Лабораторная установка обезжелезивания	1	2025	
Установка водоподготовки	1	2025	
Интерактивная панель	1	2025	

			Расчет эффективности очистки (в процентах) по различным показателям на основе лабораторных замеров в компьютерном классе. Навыки: Подбор оптимальных доз реагентов и скоростей фильтрования на действующих установках. Измерение и поддержание необходимых концентраций растворенного кислорода и уровня осадка в аэротенке. Выявление признаков «вспухания» ила, выноса взвешенных веществ или истощения ресурса фильтрующей загрузки. Использование специализированного ПО для составления технологических карт и графиков контроля качества воды.
5. Лаборатория оборудования систем водоснабжения и водоотведения			
Настенный планшет «Трубные системы и их соединения»	1	2025	Знания: Устройство центробежных, погружных и повысительных насосов, принципы работы торцевых уплотнений и подшипниковых узлов. Принципы построения систем холодного и горячего водоснабжения (ХВС, ГВС) и канализации в коттеджах и многоквартирных домах. Температурные режимы пайки полимеров, правила нарезки резьбы и установки фитингов. Назначение и устройство обратных клапанов, фильтров, счетчиков воды и водоразборной арматуры. Умения: Идентификация узлов на макетах коттеджа и многоквартирного дома (стояки, разводка, выпуски канализации). Выполнение неразъемных соединений методом диффузионной сварки (пайки) и механическая подготовка труб к монтажу. Правильный подбор ключей, труборезов и фаскоснимателей для конкретных типов труб и соединений. Монтаж водомерных узлов и повысительных насосных установок согласно схемам учебных комплексов. Использование интерактивной панели для изучения трехмерных моделей оборудования. Навыки: Герметизация резьбовых соединений и качественной пайки полипропиленовых труб без перегрева и заужения проходного сечения. Разборка и сборка насосов для дефектовки деталей и замены расходных материалов. Поиск мест засоров, утечек и кавитации насосов на действующих модульных комплексах. Использование мерительного инструмента для
Набор инструментов для резки и пайки труб	1	2025	
Набор слесарного инструмента	1	2025	
Комплект учебно-демонстрационного оборудования «Устройство насосов для систем водоснабжения и водоотведения»	1	2025	
Макет «Система водоснабжения и водоотведения коттеджа»	1	2025	
Модульный учебный комплекс «Системы водоснабжения и водоотведения многоквартирного жилого дома»	1	2025	
Интерактивная панель	1	2025	

			проверки соосности трубопроводов и соблюдения уклонов канализации.
6. Лаборатория термодинамики и теплообмена			
Лабораторный стенд для изучения метода определения скорости потока газа путём замера его динамического давления	1	1973	Знания: Параметры состояния рабочего тела (P, V, T), уравнение Майера, свойства влажного воздуха и процессы в пароводяных смесях на линии насыщения. Элементарные виды переноса теплоты
Лабораторный стенд для изучения метода определения изобарной теплоёмкости влажного воздуха	1	1973	(теплопроводность, конвекция, излучение), закон Стефана-Больцмана и теория подобия. Физический смысл статического, динамического и полного давлений, термодинамика потока при истечении через сопла.
Лабораторный стенд для изучения метода определения показателя адиабаты влажного воздуха	1	1973	Понятия теплоемкости, температуропроводности, теплопроводности, и степени черноты поверхности. Влияние геометрии поверхности (ребер) на интенсивность теплоотдачи.
Лабораторный стенд для определения состояния пароводяной смеси на кривой насыщения	1	1973	Умения: Измерение динамического давления для определения скорости потока и расчет показателя адиабаты воздуха.
Лабораторный стенд для определения эффективности обребрения трубы в зависимости от тепловой мощности нагревателя	1	1973	Определение параметров состояния воздуха (влажность, энтальпия) с использованием психрометрических методов и программного обеспечения.
Лабораторный стенд для определения коэффициента температуропроводности материала в нестационарных условиях нагрева	1	1973	Определение коэффициентов теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции для различных положений цилиндра (горизонтальное/вертикальное). Проведение цифровых экспериментов в ПО «Виртуальная лаборатория теплотехники» для моделирования процессов в неизолированных системах.
Лабораторный стенд для определения излучательной способности и степени черноты поверхности цилиндрического тела	1	1973	Расчет коэффициента температуропроводности на основе темпа нагрева материала. Навыки: Инструментальные замеры: владение микроманометрами, термометрами, ваттметрами и датчиками давления при работе на лабораторных стендах.
Специализированное программное обеспечение «Виртуальная лаборатория теплотехники»: - определение энергетических характеристик неизолированной термодинамической	6	2010	Математическая обработка: навык вычисления погрешностей измерений и приведения экспериментальных данных к нормальным условиям. Графический анализ: построение термодинамических процессов, а также графиков зависимости эффективности обребрения от мощности. Верификация данных: навык сравнения результатов физического эксперимента на стенде с теоретическими расчетами и данными

системы; - определение термодинамических параметров потока воздуха; - определение коэффициента теплопроводности теплоизоляционного материала.			виртуального моделирования.
7. Лаборатория очистки вентиляционных выбросов			
Лабораторный стенд для изучения и исследования работы оборудования для очистки вентиляционных выбросов	1	2010	Знания: Физические основы процессов сепарации частиц (инерционное осаждение, центробежная сила, мокрое улавливание, пенный режим). Устройство и область применения сухих (циклоны, инерционные ловушки) и мокрых (скрубберы, пенные аппараты) очистных установок. Принципы расчета и проектирования систем удаления запыленного воздуха, понятие гидравлического сопротивления аппаратов. Предельно допустимые выбросы (ПДВ) и требования к степени очистки воздуха перед выбросом в атмосферу. Ресурсосбережение: методы возврата уловленной пыли в технологический цикл или её утилизации. Умения: Запуск систем аспирации, регулирование расхода воздуха и подачи орошающей жидкости в скрубберы. Расчет коэффициента очистки на основе сопоставления запыленности воздуха до и после аппарата. Определение потерь давления на различных ступенях очистки при разных скоростях потока. Регулировка высоты пенного слоя в инжекционно-пенных скрубберах для достижения оптимального контакта фаз. Навыки: Работа с пневмометрическими трубками (Пито-Прандтля) и манометрами для замера скоростей и давлений в аспирационных каналах. Работа с пылевым остатком: навык отбора проб уловленного материала для определения его дисперсного состава и плотности. Очистка бункеров циклонов, проверка герметичности фланцевых соединений и состояния форсунок в мокрых уловителях. Выполнение расчетов материальных балансов по твердой и газовой фазам в процессе очистки.
8. Лаборатория вентиляции			
Лабораторные установки	8	1977	Знания:

для изучения устройства и исследования работы вентиляторов, аэродинамики систем вентиляции, систем пневмотранспорта, местных отсосов. Комплект измерительных приборов для определения температуры, влажности, скорости и давления воздуха			Законы движения воздуха в каналах, принципы формирования потерь давления на трение и местные сопротивления. Конструктивные особенности центробежных и осевых вентиляторов, типы рабочих колес и характеристики электродвигателей. Физика перемещения сыпучих материалов в воздушном потоке, критические скорости витания и способы отделения материала от воздуха. Принципы работы всасывающих факелов, типы и конструкции местных отсосов (зонты, панели, укрытия), понятие коэффициента затекания. Стандарты и методики измерения физических параметров воздуха (T, ϕ, v, P) по ГОСТ и СанПиН. <u>Умения:</u> Снятие индивидуальных характеристик (зависимость давления и мощности от расхода) и сопоставление их с паспортными данными. Выполнение замеров статического, динамического и полного давлений в различных точках сети для построения графиков давлений. Расчет и экспериментальная проверка минимально допустимых скоростей для предотвращения оседания материала в воздуховодах. Определение спектра скоростей перед приемным отверстием местного отсоса и расчет объемов вытяжки. <u>Навыки:</u> Балансировка сети с помощью шиберов и дроссель-клапанов для достижения проектных расходов. Выбор правильных мест (мерных сечений) для измерений на прямых участках воздуховодов в соответствии с правилами ПНР. Графическая обработка результатов испытаний (построение характеристик сети и вентилятора в одной координатной плоскости). Выявление дефектов монтажа (неплотности, заужения, резкие повороты), влияющих на производительность системы.
9. Лаборатория отопления			
Лабораторные установки для изучения устройства и исследования работы систем отопления и отопительных приборов	3	1998	<u>Знания:</u> Принципиальные различия между однотрубными и двухтрубными схемами, вертикальной и горизонтальной разводкой, тупиковым и попутным движением теплоносителя. Понятие естественного и искусственного (насосного) циркуляционного давления, распределение давлений и расходов в кольцах

			системы. Конструктивные особенности и теплотехнические характеристики радиаторов (чугунных, стальных, алюминиевых), конвекторов и регистров. Устройство и принцип действия радиаторных термостатов, балансировочных клапанов на стояках и их роль в гидравлической увязке. Физика образования воздушных пробок и принципы работы воздухооборников, кранов Маевского и автоматических воздухоотводчиков. Умения: Проведение сравнительного анализа прогрева приборов при последовательном (однотрубном) и параллельном (двухтрубном) подключении. Выполнение количественного регулирования расхода воды в системе с помощью изменения частоты вращения насоса или дросселирования арматуры. Настройка терморегулирующих вентилей для обеспечения расчетного распределения теплоносителя по всем отопительным приборам. Запуск котла, заполнение системы водой, удаление воздуха и проверка герметичности соединений. Замер температур теплоносителя на входе и выходе из приборов при различных схемах их подключения. Навыки: Использование контактных термометров и манометров для определения фактических параметров работы системы отопления. Нахождение завоздушенных участков, засоров и зон «опрокидывания» циркуляции. Настройка клапанов по заданным значениям перепада давления или расхода. Чистка грязевиков, проверка давления в расширительном баке и подпитка системы.
10. Лаборатория BIM-проектирования			
Компьютерный класс (16 компьютеров)	1	2016	Знания: Принципы информационного моделирования (Building Information Modeling): Понимание разницы между простым 3D-рисованием и созданием «умной» модели, где каждый элемент (стена, окно, труба) содержит данные о своих характеристиках, стоимости и материале. Освоение интерфейса и инструментов ведущих BIM-платформ (таких как Revit, ArchiCAD, Renga, Tekla). Создание архитектурных, конструктивных и инженерных разделов проекта в единой среде. Автоматическое создание чертежей, спецификаций, ведомостей объемов работ из готовой модели, а также
Комплект компьютер-проектор	1	2020	

			основы визуализации (рендеринг) и создания сценариев для анализа инсоляции или путей эвакуации. Умения: Создавать и настраивать проект. Работать с инструментами моделирования. Создавать и редактировать семейства. Навыки: Параметрическое мышление. Беглая навигация и визуализация. «Прогулка» по модели (навигация от первого лица) для проверки коллизий. Работа с информацией (атрибутами) Коллективная работа.
11. Лаборатория испытания строительных конструкций и материалов «Crush-Lab»			
Силовой пол	1	2020	Знания: Освоение методик проведения механических испытаний на гидравлических прессах, разрывных и универсальных машинах. Настройка режимов нагружения, фиксирование деформации и нагрузки в реальном времени. Проведение испытаний образцов бетона, стали, древесины и композитных материалов на сжатие, растяжение, изгиб и срез. Вычисление модуля упругости, предела текучести и временного сопротивления. Виды разрушений (хрупкое, вязкое, усталостное), картины трещинообразования и деформаций. Сопоставление реальных разрушений с расчётными моделями для выявления дефектов материала или ошибок проектирования. Применение методов неразрушающего контроля (ультразвук, склерометрия) в сочетании с локальными разрушающими тестами для прогнозирования срока службы конструкций и выработки рекомендаций по усилению или замене элементов. Умения: Читать и понимать проектную документацию и схемы испытаний. Производить разметку силового поля и испытываемой конструкции для установки опор и домкратов. Крепить страховочные и анкерные устройства к силовому полу. Устанавливать испытываемую конструкцию на опорные части. Собирать распределительные траверсы, устанавливать домкраты в проектное положение. Укладывать штучные грузы на перекрытия или площадки для создания равномерно распределенной нагрузки.
Комплект домкратов	1	1980	
Комплект тяжёлых	1	1980	
Комплект распределительных траверс	1	1980	
Комплект штучных грузов	1	1980	
Комплект тензометров	1	2020	
Прогибомер механический	3	2008	
Индикатор часового типа	3	1990	
Рычажный тензометр	2	2008	
Комплект тензодатчиков	1	2008	

			Выполнять тарировку (градуировку) домкрата с эталонным динамометром. Подключать и настраивать измерительные приборы: тензорезисторы (датчики деформации), индикаторы часового типа (прогибомеры), электронные преобразователи перемещений. Выполнять замеры прогибов. Визуально определять момент образования первых трещин в бетоне и отмечать их границы карандашом или маркером. Замерять ширину раскрытия трещин. Навыки: Анализ напряженно-деформированного состояния. Прогнозирование характера разрушения. Проведение поэтапного нагружения. Оценка несущей способности. Калибровка приборов: настройка "нуля" на измерительных приборах перед началом испытаний с учетом предварительной нагрузки. Координация действий при подаче команды на подкачку домкрата, снятии показаний и ведении протокола испытаний одновременно несколькими участниками. Мгновенный сброс давления в гидросистеме при появлении признаков обрушения или неустойчивости конструкции.
--	--	--	--

12. Лаборатория оценки технического состояния и усиления строительных конструкций

Комплект ГПНВ-5, приборы, реализующие ударно-импульсный метод, метод упругого отскока и пластических деформаций)	1	2005	Знания: Проведение визуального осмотра зданий и сооружений, фиксировать дефекты (трещины, прогибы, коррозию арматуры, сколы), выполнение обмерных работ и составление дефектной ведомости.
Прибор неразрушающего контроля прочности материалов ГПНС-4	1	2005	Работа с приборами для определения прочности материалов без отбора проб (склерометры, ультразвуковые томографы, измерители защитного слоя бетона).
Прибор неразрушающего контроля прочности материалов ГПНВ-5	1	2005	Интерпретирование показаний и построение карт фактической прочности.
Комплект приборов, реализующих ударно-импульсный метод для контроля прочности материалов	1	2008	Классификация конструкций по степени повреждения (исправное, работоспособное, ограниченно работоспособное, аварийное состояние) согласно нормативным документам, анализ причин возникновения дефектов.
Комплект приборов, реализующих метод упругого отскока для контроля прочности материалов	1	2008	Изучение методик поверочных расчётов с учётом выявленных повреждений, реальных физико-механических характеристик материалов и фактических нагрузок.
Комплект приборов, реализующих метод	1	2008	Моделирование работы дефектных элементов с использованием ПК. Разработка конструктивных решений по

пластических деформаций для контроля прочности материалов			восстановлению и усилению (увеличение поперечного сечения, устройство металлических обойм, предварительное напряжение, применение внешнего армирования композитными материалами - углепластиками). Расчет элементов усиления. Умения: Аргументированно выбирать конкретный метод контроля в зависимости от доступности конструкции, толщины изделия и требуемой точности. Сравнительный анализ. Составление заключения: Навыки: Подготовка поверхности и разметка участков. Работа с приборами. Тарировка удара и измерение отпечатков. Построение и использование градуировочных зависимостей. Построение частной градуировочной зависимости для конкретного состава бетона путем сопоставления неразрушающих методов с результатами испытания контрольных образцов (кубиков) на прессе. Статистическая обработка. Оценка среднеквадратического отклонения (вариации) прочности и учет поправочных коэффициентов.
---	--	--	--

13. Лаборатория строительных материалов

Бетоносмеситель лабораторный БЛ-10	1	2014	Знания: Классификация и стандартные свойства материалов. Вяжущие вещества (цемент, гипс, известь), заполнители и наполнители. Бетонные смеси и бетон.
Пресс испытательный гидравлический малогабаритный ПГМ-500МГ4А	1	2013	
Сушильный шкаф (лабораторная электрическая печь сопротивления) SNOL 58/350	1	2024	Определение прочности: разрушающий метод (пресс) и неразрушающие методы (молоток Кашкарова, склерометр (молоток Шмидта)). Технология приготовления материалов (проектирование состава).
Гидравлический испытательный пресс Matest C041N	1	2025	Теплоизоляционные материалы (основные показатели). Умения:
Комплект сит д=300 нерж.	1	2025	Правильно разложить инструменты и образцы, подготовить рабочее место согласно требованиям техники безопасности. Выставлять нужную скорость нагружения на прессе, задавать температуру. Сознательно проводить испытания согласно нормативу (например, понимая, зачем нужно фиксировать нагрузку в момент появления первой трещины, а не только при разрушении). Вычислять предел прочности, среднюю плотность, водопоглощение, используя полученные в ходе опыта формулы и данные.
Универсальная песчаная баня ТАГЛЕР БП-4030	1	2025	
Измеритель теплопроводности ИТП-МГ4 "250"	1	2024	
Измерительно-исследовательский комплекс для определения плотности	1	2025	

теплового потока, температуры и относительной влажности воздуха			Подготовить образцы для определения коэффициента теплопроводности, плотности теплового потока. Грамотно заполнять лабораторный журнал, фиксируя все нюансы эксперимента. Навыки: Безопасная работа: запираание дверцы прессы перед пуском, проверка заземления, мытье рук после контакта с цементом. Снятие показаний со штангенциркуля, точная наводка на резкость при взвешивании на аналитических весах. Приготовление смесей: соблюдение порядка загрузки компонентов в смеситель (сначала песок/щебень, потом цемент, потом вода), доведение растворной смеси до нужной консистенции. Быстрая и качественная укладка бетонной смеси в формы с заданным количеством штыкований или виброуплотнением. Считывание показаний со стрелочных манометров или динамометров прессы. Быстрое определение типа вяжущего по цвету, примерной влажности песка, характера разрушения образца (вязкое или хрупкое) без приборов. Получение составов тепловой изоляции с заданными свойствами.
---	--	--	--

14. Учебная аудитория (ауд. 373)

Комплект: доска, компьютер, проектор	1	2008	Проведение занятий
--------------------------------------	---	------	--------------------

15. Учебная аудитория (ауд. 271)

Комплект: доска, компьютер, проектор	1	2021	Проведение занятий
--------------------------------------	---	------	--------------------

16. Учебная аудитория (ауд. 127н)

Комплект: доска, компьютер, проектор	1	2022	Проведение занятий
--------------------------------------	---	------	--------------------

17. Учебная аудитория (ауд. 362)

Комплект: доска, компьютер, проектор	1	2012	Проведение занятий
--------------------------------------	---	------	--------------------

18. Учебная аудитория (ауд. 366)

Комплект: доска, компьютер, проектор	1	2016	Проведение занятий
--------------------------------------	---	------	--------------------

Глава 7. Дополнительная потребность центра компетенций в средствах обучения для подготовки обучающихся согласно перечням, изложенным в главах 5, 6 по состоянию на 01.03.2026

№ п/п	Наименование средств обучения	Формируемые знания, умения, навыки	Примерная стоимость (руб.)
7-07-0732-01	«Строительство зданий и сооружений»		

1	Аналитический комплекс для исследования материалов на базе сканирующего электронного микроскопа с системой энергодисперсионного рентгеноспектрального анализа	Умения: Ставить задачу и определить тип исследования (изучить скол, определить состав включения, измерить толщину покрытия). Раскалывать, шлифовать, полировать образцы бетона или горной породы. Наносить токопроводящее покрытие (напыление углерода или золота) на непроводящие образцы (кирпич, дерево, пластик). Выводить прибор на рабочий режим, фокусироваться при разных увеличениях, корректировать яркость и контраст для получения информативного изображения, а не просто "красивой картинки". Выделить зону интереса (включение, дефект) и запустить процедуру EDS-анализа для определения его химического состава. С помощью встроенного ПО измерять раскрытие трещины, диаметр пор, толщину оксидной пленки. Навыки: Быстрое сканирования образца при малых увеличениях для поиска характерных или аномальных зон. Автоматическое отсеивание помех от загрязнений, дефектов напыления или "шума" прибора от реальной структуры материала. Применения программ ИИ для анализа нано- и микроструктуры, химического состава материала, построения цифровых моделей структур материалов, прогнозных моделей с заданными свойствами. Строгое соблюдения алгоритма включения/выключения прибора, исключая аварийные ситуации. Профессиональные компетенции: Владеть физико-химическими методами исследования строительных материалов, применять полученные знания в научно-исследовательской работе. Способность участвовать в разработке новых композитных материалов (например, фибробетонов с нанотрубками). Способность применять искусственный интеллект для количественной и качественной оценки строительных материалов, создания цифровых моделей. Прогнозирование долговечности. Способность проводить экспертизу строительных материалов на предмет соответствия заявленному составу и структуре.	1 380 000,00
7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений»			
1	Аналитический комплекс для исследования материалов на базе сканирующего электронного микроскопа с системой энергодиспер-	Умения: Вырезать, запрессовывать и шлифовать микрошлифы из фрагментов труб, фитингов, запорной арматуры и теплообменников для изучения поперечного сечения. Освоение техники подготовки поверхности для выявления микроструктуры (травление). Идентифицировать структурные составляющие металла труб, оценивать размер зерна, наличие неметаллических включений и их влияние на качество.	

	сионного рентгеноспектрального анализа	На основе микроструктурных исследований и элементного анализа определять первопричину аварии: усталость материала, коррозионное растрескивание, производственный брак (непровар сварного шва, закат) или нарушение условий эксплуатации. С помощью EDS-анализа определять состав накипи в трубах для обоснования выбора методов водоподготовки и антикоррозионных покрытий. Измерять толщину и сплошность лакокрасочных, цинковых или полимерных покрытий, выявлять микротрещины и отслоения. Навыки: Визуальная оценка характера разрушения (хрупкое/вязкое) при малых увеличениях для выбора стратегии дальнейшего анализа. Автоматическое сканирование образца для локализации точки зарождения трещины или зоны максимальной коррозии. Создавать фотоотчет с масштабными метками и описанием, пригодный для включения в акты расследования аварий или экспертные заключения. Профессиональные компетенции: Владеть современной приборной базой и перспективными методами неразрушающего контроля для мониторинга и диагностики состояния инженерных систем, строительных изделий, конструкций, зданий и сооружений. Способность проводить техническое расследование причин аварий инженерных систем (прорывов труб, размораживания, засоров) на научной основе с привлечением данных микроструктурного анализа. Готовность на основе микроструктурных исследований (наличие микродефектов, степень графитизации чугуна, глубина коррозионного слоя) давать заключение о возможности дальнейшей эксплуатации трубопровода. Оценивать качество сварных соединений, пайки и клеевых швов (например, в системах вентиляции из пластика) путем анализа их микроструктуры. Способность участвовать в разработке и тестировании новых материалов для инженерных систем (например, композитных труб, антикоррозионных покрытий, теплоизоляции) с анализом их микроструктуры.	
7-07-0731-01 «Архитектура»			
1	Аналитический комплекс для исследования материалов на базе сканирующего электронного микроскопа с системой энергодисперсионного	Умения: Подготавливать сколы, шлифы и полированные препараты из кусочков кирпича, штукатурки или бетона. Освоение техники напыления токопроводящих покрытий (углерод) на непроводящие образцы для получения чёткого изображения. Загружать образцы, создавать вакуум, выбирать режимы фокусироваться и подбирать яркость/контраст для получения информативных микрофотографий.	

рентгеноспектрального анализа	Выделять интересующую зону (дефект покрытия, кристалл соли на поверхности) и с помощью EDS-анализа определять её химический состав, идентифицируя природу загрязнения или разрушения. Использовать встроенное ПО для измерения толщины защитных покрытий, размеров пор, раскрытия микротрещин. Связывать наблюдаемую микроструктуру с макроскопическими свойствами материала: прочностью, морозостойкостью, паропроницаемостью, цветом и фактурой. <u>Навыки:</u> Быстрое сканирование образца при малых увеличениях для поиска характерных зон: однородность структуры, наличие дефектов, посторонних включений. Автоматическое отсеивание помех от загрязнений, дефектов напыления или «шума» от реальной микроструктуры материала. Создания архива микрофотографий с корректными масштабными метками и описанием условий съёмки для использования в курсовых и дипломных работах, научных статьях. <u>Профессиональные компетенции:</u> Применять данные современных строительных материалов, их свойств и технологий производства, владеть методами оценки и выбора строительных и отделочных материалов. Способность на научной основе выбирать материалы для проектирования, обосновывая их долговечность и эстетические качества данными о микроструктуре. Готовность проводить микроскопические исследования исторических образцов для определения подлинности, технологии изготовления и степени разрушения памятников архитектуры. Умение оценивать качество отделочных материалов (краски, лаки, штукатурки) не только по сертификатам, но и по их реальной микроструктуре и однородности. Способность участвовать в разработке новых архитектурных материалов с заданными свойствами (самоочищающиеся поверхности, фотокаталитический бетон, «дышащие» фасадные системы) путём анализа их микроструктуры.	
7-07-0732-01 «Строительство зданий и сооружений»		

2	Строительный 3D принтер с системой сухой подачи в комплекте	Умения: выставление нуля, горизонтирование портальной системы или робота-манипулятора. Запуск и остановка печати, управление скоростью экструзии и скоростью перемещения головки в зависимости от состояния смеси. Приготовление и подбор строительных смесей: составлять рецептуру смеси для печати (сухие смеси, фибра, пластификаторы, ускорители/ замедлители схватывания). настройка удобоукладываемости смеси так, чтобы она выдавливалась через сопло, но не расплывалась под весом верхних слоев. Программирование и подготовка G-Code: Умение конвертировать 3D-модель в управляющий код для принтера (слайсинг). Настройка траектории печати: оптимизация движения сопла для безостановочной печати. BIM-моделирование под аддитивные технологии. Умение проектировать архитектурные формы, специально адаптированные под печать (Design for Additive Manufacturing): скругленные углы, оптимизация геометрии для печати без поддержек. Навыки: Отслеживание схватывания предыдущего слоя перед укладкой нового. Контроль геометрии в реальном времени: не «поплыла» ли стена, нет ли отклонений от вертикали. Постобработка напечатанных конструкций: Укладка арматуры (горизонтальной и вертикальной) в каналы, оставленные принтером. Заполнение пустот (печать идет с двойным контуром) утеплителем (например, пенополистиролом). Диагностика и обслуживание оборудования: Промывка системы подачи смеси и сопла. Выявлять причины брака: засор сопла, расслоение из-за разрыва времени между слоями, вибрация механизмов. Профессиональные компетенции: Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Понимание того, как автоматизация меняет стройплощадку: сокращение ручного труда, повышение темпов, снижение травматизма. Способность проектировать объекты с минимальным расходом материала (пустотелые стены, криволинейные формы, несущие только там, где нужно) в отличие от монолитных «коробок». Организация рабочего процесса на стройплощадке с участием роботизированной техники. Умение организовать место: где стоит принтер, где склад смеси, как подавать материал, чтобы процесс печати шел непрерывно.	352 800,00
---	--	--	------------

2	Строительный 3D принтер с системой сухой подачи в комплекте	Умения: Создавать информационные модели зданий (в Revit, ArchiCAD и др.), которые будут пригодны для конвертации в управляющий код для принтера. Нарезать 3D-модель на слои в специализированном ПО, задавать технологические параметры: траекторию движения сопла, скорость печати и поток смеси. Перепроектировать классические архитектурные элементы так, чтобы их можно было напечатать (например, создание особой геометрии оконных проемов или эркеров, не требующей опалубки). Подбирать тип смеси (глина, фибробетон, биопластик) в зависимости от климатических условий, назначения здания и эстетических задач. Навыки: Мысленное представления того, как будет выглядеть напечатанный объект с учетом слоистости текстуры и масштаба. Автоматическая оценка, "поплывет" ли спроектированная стена под собственным весом или хватит ли сцепления слоев для сложной криволинейной формы. Создание и использование параметрических библиотек элементов (типовых блоков, фактур стен), оптимизированных под печать. Профессиональные компетенции: Применять данные современных строительных материалов, их свойств и технологий производства, владеть методами оценки и выбора строительных и отделочных материалов. Использовать современные материалы, конструкции, технологии при разработке архитектурных решений. Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Способность создавать алгоритмы (в среде Grasshopper, Dynamo и др.), которые генерируют архитектурные формы автоматически, с учетом последующей печати. Программировать логику формообразования так, чтобы она учитывала технологические ограничения принтера (например, угол наклона стен, радиус изгиба). Понимание того, как 3D-печать снижает углеродный след (отсутствие опалубки, минимум отходов, возможность использования местных материалов). Способность оценивать экономическую эффективность печати по сравнению с традиционными методами для конкретного объекта. Читать управляющие коды и понимать, как изменения в G-code влияют на внешний вид и структуру здания. Воссоздавать утраченные элементы декора или даже целые фрагменты зданий методом 3D-печати. Готовность работать в команде с материалововедами, робототехниками и программистами.
7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений»		
2	Строительный	

3D принтер с системой сухой подачи в комплекте	Умения: Заранее предусматривать в проекте здания вертикальные и горизонтальные пустоты, оставляемые принтером, для протяжки коммуникаций. Размещать в BIM-модели гильзы, футляры и закладные детали так, чтобы принтер автоматически печатал стену с уже готовыми отверстиями под трубы (избегая долбления перфоратором). Обосновать выбор типа труб (например, гофрированных или жестких) в зависимости от усадки бетонной смеси и этажности печати. Проводить проверку на коллизии (Clash Detection): не пересекаются ли виртуальные трубы с траекторией движения сопла принтера или с арматурным каркасом, который будет заложен позже. Проектировать узлы ввода коммуникаций в здание (вода, газ, электричество) с учетом специфики цоколя, напечатанного на принтере (отсутствие традиционной опалубки). Навыки: Синхронно с принтером укладывать трубы в свеженапечатанный слой до того, как он застынет (если технология подразумевает мокрую интеграцию). Быстрая и надежная фиксация труб и коробов в каналах, оставленных принтером, с использованием распорных клипс или быстрозастывающих составов. Привычка немедленно проверять закладные элементы на предмет их деформации или смещения во время печати следующего слоя. Продувка и очистка внутренних полостей от наплывов бетона после завершения печати. Выбирать «лишний» материал в местах, где принтер случайно запечатал запланированное отверстие. Профессиональные компетенции: Применять основы технологии, экономики, организации и управления для проектирования, строительства и эксплуатации инженерных систем. Способность создавать и координировать единую цифровую модель здания, где архитектура и инженерные сети не конфликтуют, а дополняют друг друга на этапе подготовки к печати. Понимание того, что коммуникации могут становиться несущими или армирующими элементами (например, теплые полы, залитые в тело печатной плиты, или трубы отопления, работающие как скрытая арматура). Готовность давать рекомендации по ремонту и замене сетей в зданиях, напечатанных на 3D-принтере (понимание, где можно штробить, а где - нет). Способность участвовать в разработке новых сантехнических и специально предназначенных для роботизированного строительства.	
---	---	--

3	Лазерный 3D сканер в комплекте	Умения: Выбор оптимальной позиции для сканера (сканирование с нескольких станций для исключения «мертвых зон»). Выставлять параметры сканирования (плотность облака точек, качество) в зависимости от задачи: для фасада, интерьера или промышленного объекта. Работа с тахеометрией и GNSS-оборудованием в связке. Создавать планово-высотное обоснование (привязка сканов к системе координат) с помощью геодезических приборов, чтобы «сшить» сканы в единую систему. Навыки: «Сшивать» (регистрировать) облака точек из разных сканов в единую сцену. Удаление посторонних объектов (прохожих, машин, деревьев) и артефактов от бликующих поверхностей (стекло, вода). Получать из облака точек ортофотопланы фасадов и поэтажные планы. Обрисовка сечений и создание твердотельной модели (BIM-модели) по точкам (например, в Revit, AutoCAD или NanoCAD). Делать «выноски» непосредственно на 3D-модели: отмечать трещины, отклонения от вертикали, сколы, коррозию, привязывая фотографии этих дефектов к точкам на скане. Профессиональные компетенции: Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Способность наложить проектную BIM-модель на реальное облако точек и выявить все отклонения, допущенные строителями. Отслеживать динамику изменения объекта (крен здания, осадка фундамента) при сканировании в разные временные промежутки. Способность создавать точные обмерные чертежи для реконструкции или капитального ремонта без необходимости лазить с рулеткой по лесам (оцифровка существующего здания). Фиксировать сложную геометрию исторических зданий (лепнина, колонны, своды) для создания документации реставрации.	499 800,00
7-07-0731-01 «Архитектура»			

3	Лазерный 3D сканер в комплекте	Умения: Выбирать точки сканирования так, чтобы запечатлеть не только геометрию, но и сложный декор (капители, барельефы, лепнину), избегая «слепых зон». Получать из облака точек идеально точные, неискаженные перспективой изображения фасадов для последующей обрисовки или обмерных чертежей. Используя сохранившиеся фрагменты (например, часть колонны), зеркально восстанавливать утраченную симметричную часть декора. Строить планы этажей, разрезы и фасады непосредственно по данным сканирования, фиксируя реальные отклонения от проекта (новостройка) или исторические наслоения (памятник). Вписывать проект нового здания в отсканированный контекст существующей застройки для создания фотореалистичных визуализаций. Навыки: Быстрое перемещение по цифровой модели здания, измерение расстояний, высот, сечений без необходимости возвращаться на объект. Привычка замечать несоответствия: «пилястра должна быть 50 см, а по скану - 52» и понимать, это дефект кладки или ошибка историка. Отделение «шума» (деревья, люди, машины, провода) от архитектурной ткани здания для получения чистой модели. Способность быстро создавать параметрические профили (окна, двери, карнизы) прямо по сечению облака точек. Наложение фотографий (сделанных на объекте) на геометрию скана для создания цветных, детализированных 3D-моделей. Профессиональные компетенции: Использовать современные материалы, конструкции, технологии при разработке архитектурных решений. Способность создавать эталонную цифровую копию памятника архитектуры для последующей реставрации, мониторинга состояния или музеефикации. Проектировать новые объекты в исторической среде, опираясь на точные данные об окружении. Готовность создавать полноценные информационные модели (BIM) для зданий, по которым нет никакой документации, используя скан как единственный источник правды. Способность анализировать наслоения эпох в здании (например, замурованные окна, следы перестроек) по данным сканирования, даже если это не видно невооруженным глазом. Создавать анимационные ролики и виртуальные туры по отсканированным объектам для музейных экспозиций или презентаций проектов реставрации.	
---	--------------------------------	---	--

3	Лазерный 3D сканер в комплекте	Умения: Составлять схему сканирования так, чтобы захватить все доступные узлы ввода, стояки, этажные разводки, подвальные помещения и чердаки, где проходят коммуникации. Анализировать полученное облако точек и находить трассы труб, даже если они закрыты коробами или штукатуркой (по характерным выступам, люкам, теплопотерям в термограммах, если сканер совмещен с тепловизором). Строить аксонометрические схемы систем отопления, водоснабжения и канализации непосредственно по данным сканирования, точно фиксируя уклоны, диаметры и фасонные части. «Обрисовывать» трубы и воздухопроводы поверх облака точек в специализированном ПО, создавая цифровую копию (as-built) реального состояния здания. Навыки: Привычка мгновенно, с помощью инструментов ПО, измерять фактические диаметры труб (даже если они покрыты изоляцией и краской) и проверять проектные уклоны канализации на соответствие норме. Быстрая оценка, проходит ли новая проектная трасса через существующие конструкции путем визуального сравнения с облаком точек. Создание «дефектных ведомостей» прямо в среде облака точек: отметить коррозию трубы, свищ, отсутствие изоляции и тут же прикрепить фотографию к этой точке. Профессиональные компетенции: Уметь создавать информационную модель объекта строительства, экспортировать аналитическую часть модели в расчетные комплексы, владеть современными программными комплексами для создания и управления информационной моделью. По облаку точек полностью восстановить утраченную и неполную проектную документацию на инженерные системы здания (воссоздание чертежей по факту). Готовность использовать данные сканера для выявления зон теплопотерь (в сочетании с термографией) и оценки состояния изоляции трубопроводов в труднодоступных местах. Принимать взвешенные проектные решения при замене сетей в старом фонде, опираясь не на предположения, а на точные данные о фактическом положении конструкций и соседних коммуникаций. Способность проводить виртуальную проверку столкновений (коллизий) между проектируемыми трассами и существующим положением дел, оцифрованным сканером, еще до выезда на объект.	
---	--------------------------------	---	--

4	Машина испытательная универсальная	<u>Умения:</u> Выбирать соответствующий ГОСТ или стандарт предприятия в зависимости от материала (сталь, бетон, дерево, кирпич, пластик) и вида нагружения (растяжение, сжатие, изгиб). Выполнять обмеры образцов (штангенциркулем, линейкой), рассчитывать площадь поперечного сечения, наносить разметку (база тензометра) и визуально оценивать дефекты перед испытанием. Устанавливать необходимые захваты (клиновые, для арматуры, пластины для сжатия, опоры для изгиба) и настраивать программное обеспечение машины под конкретный вид испытания. Устанавливать защитные экраны и проверять надежность фиксации образца перед началом нагрузки. Снимать показания предельных нагрузок (разрушающая нагрузка, предел текучести) как визуально по шкале, так и по цифровым данным. Оформлять протокол испытаний с таблицами, графиками и заключением о пригодности материала для строительных конструкций. <u>Навыки:</u> Чтение и интерпретация диаграммы деформирования (определение зон упругости, текучести, упрочнения). Сопоставление полученных результатов с нормативными значениями (СН, СП, ГОСТ). Выявление причин преждевременного или аномального разрушения (дефект материала, перекос при установке, неверная скорость нагружения). Вычисление погрешностей измерений и оценка достоверности полученных результатов. Корректно останавливать испытание при разрушении образца или при достижении заданного предела. Определять по виду излома (вязкий, хрупкий, усталостный) качество материала и соответствие его нормативным требованиям. <u>Профессиональные компетенции:</u> Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Выполнять измерения параметров объектов строительства и окружающей среды с помощью современного оборудования. Применять методы расчетов конструктивных элементов зданий и сооружений по прочности и деформациям. Способность осуществлять и контролировать качество строительных материалов, изделий и конструкций на всех этапах (входной контроль сырья). Готовность изучать и анализировать информацию, технические данные и результаты работы по совершенствованию технологий строительного производства.	81 500,00
---	---	--	-----------

5	Автоматический испытательный пресс высокой стабильности в комплекте с системой определения модуля упругости бетона	Умения: Подбирать тип и количество образцов (кубы, призмы, керны) в соответствии с ГОСТ или программой испытаний. Производить геометрические замеры образцов (штангенциркулем) для вычисления площади рабочего сечения. Взвешивать образцы для определения средней плотности перед испытанием. Устанавливать и центрировать образец на опорной плите пресса в соответствии с требованиями методики. Включать и отключать гидравлическую станцию и блок управления прессом. Управлять скоростью нагружения (вручную или через программу) для обеспечения плавного приложения нагрузки. Фиксировать показания манометра или показания с дисплея в момент разрушения образца. Устанавливать на образец датчики (тензометры) для измерения деформаций при определении модуля упругости. Обнулять показания датчиков перед началом теста. Рассчитывать предел прочности при сжатии (деление разрушающей нагрузки на площадь сечения). Интерпретировать графики «нагрузка-деформация», полученные с системы измерения модуля упругости. Выявлять бракованные образцы (разрушение вне зоны рабочего сечения, неоднородность структуры) по характеру разрушения. Навыки: Быстрая и точная центровка образца (куба или призмы) относительно центра плит пресса. Владение интерфейсом программного обеспечения (ПО) пресса: запуск тестов, ввод параметров образца, сохранение протоколов. Работа с пультом дистанционного управления прессом для точного подвода верхней плиты к образцу без удара. Снятие показаний с цифрового индикатора силы в момент разрушения (умение «поймать» пиковое значение). Установка измерительных скоб или датчиков перемещения на призмы для испытания на модуль упругости без повреждения чувствительных элементов. Проверка нулевых показаний датчиков силы и деформации перед каждым циклом. Соблюдение техники безопасности при работе с гидравликой высокого давления (использование защитных экранов). Профессиональные компетенции: Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Знание требований ГОСТ (например, ГОСТ 10180, ГОСТ 24452 или актуальных межгосударственных	135 000,00
---	---	--	------------

		стандартов) по методам определения прочности и деформационных характеристик бетона. Знание методик отбраковки образцов по отклонениям геометрических размеров. Понимание физической сущности процесса разрушения материалов при сжатии. Понимание разницы между испытанием на прочность (разрушающая нагрузка) и испытанием на модуль упругости (упругие деформации в зоне, не превышающей 30% от разрушающей). Знание устройства испытательного пресса: принцип работы гидравлического насоса, силоизмерителя, роль шаровой опоры для самоцентрирования. Знание классов точности силоизмерительных устройств (поверка пресса). Понимание влияния состава бетона (водоцементное соотношение, вид заполнителя) на прочностные показатели. Знание понятий «предел прочности», «класс бетона», «модуль упругости» и их взаимосвязи. Понимание погрешности измерений (как погрешность самого пресса влияет на конечный результат).	
6	Измерительный комплекс	Умения: Подбирать тип тензорезистора (проволочный, фольговый, полупроводниковый) в зависимости от материала образца (бетон, сталь, дерево) и ожидаемого характера деформаций. Рассчитывать ожидаемый диапазон изменения сопротивления тензорезистора на основе закона Гука и паспортных данных. Выполнять тарировку (калибровку) тензометрического канала с помощью тарировочного устройства или эталонного сопротивления. Снимать показания с тензометрической станции (как с аналоговых стрелочных приборов, так и с цифровых индикаторов). Пересчитывать показания прибора (в делениях шкалы или микро-относительных деформациях) в механические напряжения (МПа). Оценивать визуально качество наклейки датчика (отсутствие пузырей, перекосов, надежность контактов). Отличать полезный сигнал деформации от «шума» и помех (наводки от силового оборудования, вибрации). Навыки: Зачистка, обезжиривание и маркировка поверхности конструкции в месте наклейки тензодатчика. Быстрое и качественное приклеивание тензорезисторов с использованием специальных клеев (циакрин, эпоксидные составы) с выдержкой необходимого давления и времени полимеризации. Пайка микро-проводников к выводам тензодатчика и к клеммным колодкам без перегрева и повреждения чувствительного элемента.	7 200,00

		Прозвонка цепей мультиметром для проверки целостности токоведущих жил и отсутствия короткого замыкания на массу конструкции. Оперативное переключение диапазонов измерения на измерительном приборе (ТЕРС, ИДЦ, АИД-4 и аналоги) для получения максимальной точности. Визуальный контроль «дрейфа нуля» прибора и его оперативная корректировка перед началом эксперимента. Фиксация показаний в журнале испытаний строго по этапам нагружения (синхронно с домкратом или прессом). Защита измерительной схемы от влаги и механических повреждений в условиях стройплощадки или лаборатории. <u>Профессиональные компетенции:</u> Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Способность разработать программу тензометрических испытаний строительной конструкции (балки, колонны, фермы) для проверки ее несущей способности и соответствия проектным расчетам. Готовность обосновать выбор мест установки тензодатчиков (в зонах максимальных усилий) на основе эпюр напряжений. Способность провести физический эксперимент на натурном фрагменте здания или в лаборатории, получив достоверные данные о напряженно-деформированном состоянии (НДС). Умение интерпретировать полученные данные, выявлять аномалии (например, резкий скачок деформаций, свидетельствующий о начале текучести металла или трещинообразовании в бетоне) и делать выводы о фактической работе конструкции. Готовность участвовать в обследовании технического состояния зданий и сооружений с использованием методов тензометрии для выявления зон перенапряжения и дефектов. Способность на основе анализа тензограмм (графиков деформаций во времени) оценить пригодность конструкции к дальнейшей эксплуатации или необходимость ее усиления. Способность организовать рабочее место и процесс измерений с соблюдением техники безопасности при работе с электрооборудованием и грузоподъемными механизмами во время испытаний.	
7	Прогибомер	<u>Умения:</u> Читать проектную и исполнительную документацию для определения точек установки прогибомеров. Классифицировать типы прогибомеров (механические, струнные, электронные) и выбирать необходимый в зависимости от задачи (длительные наблюдения, краткосрочные испытания).	20 400,00

	Рассчитывать масштаб измерений и цену деления шкалы прибора. Фиксировать начальные показания (снятие «нуля») и заносить их в журнал наблюдений. Переводить показания прибора (количество делений) в фактические миллиметры прогиба, используя паспортные данные или тарифовочные коэффициенты. Определять визуально неисправности прибора (повреждение тросика, заедание стрелки, разряд батареи у электронных моделей). <u>Навыки:</u> Быстро и надежно закрепить прогибомер на базовой конструкции (стене, колонне, штативе) с помощью струбцин, гипса, дюбелей или магнитных держателей. Правильно зацепить измерительный тросик или щуп за испытываемую конструкцию (балку, ферму), обеспечив вертикальность или горизонтальность натяжения без перекосов. Одновременное снятия показаний с нескольких прогибомеров при поэтапной нагрузке конструкции (например, «шаг нагрузки снял показания с 1-го, 2-го, 3-го прибора»). Использование фонарика для снятия показаний с механических циферблатов в подвалах, колодцах или технических этажах. Подключение цифрового прогибомера к ПК или ноутбуку, запуск ПО для автоматизированного сбора данных и сохранения лога измерений. <u>Профессиональные компетенции:</u> Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Способность организовать геодезический мониторинг и инструментальные наблюдения за деформациями строящихся и эксплуатируемых сооружений с использованием прогибомеров. Способность анализировать результаты инструментальных наблюдений (графики «время-прогиб», «нагрузка-прогиб»), выявлять критические значения и оценивать техническое состояние конструкций на основе полученных данных. (Способность осуществлять контроль качества строительно-монтажных работ и соответствия проектных решений путем проверки прогибов несущих элементов (балок, плит, ригелей). Готовность участвовать в экспериментальных исследованиях работы строительных конструкций под нагрузкой, обрабатывая текущие данные с прогибомеров и сопоставляя их с расчетами. Способность фиксировать юридически значимые факты (составление актов осмотра, дефектных ведомостей), подтвержденные точными данными прогибомеров, для дальнейшей экспертизы промышленной безопасности.	
--	--	--

8	Насос электрогидравлический	Умения: Проверять визуально целостность маслопроводов, электрического кабеля и соединений насосной станции и домкратов. Производить расчет необходимого количества домкратов и их грузоподъемности исходя из массы поднимаемой конструкции (панели, фермы). Подбирать рабочее давление в гидросистеме согласно паспортным данным оборудования и нагрузке. Правильно подключать гидравлические шланги к распределительной плите насосной станции, обеспечивая герметичность соединений. Запускать и останавливать электродвигатель насосной станции (проверка наличия напряжения, фазировки). Управлять распределительными клапанами (кранами) для подачи масла в полость домкрата (подъем) или слива (опускание). Синхронизировать работу нескольких домкратов от одной станции (если предусмотрено конструкцией). Фиксировать домкраты механическими стопорами после завершения подъема до снятия гидродавления. Выполнять консервацию оборудования после работы (смазывание шлангов, очистка). Навыки: Точное и плавное открытия/закрытия запорной арматуры высокого давления (чувствительность рукоятки) для предотвращения гидроударов. Автоматизированное выполнение операций «подъем-выдержка-опускание» без рывков. Непрерывный визуальный контроль за показаниями манометра во время работы (быстрое считывание информации). Одновременное наблюдение за положением груза (поднимаемой конструкции) и за работой насоса. Немедленная реакция (рефлекс) на нештатную ситуацию (падение давления, течь масла, посторонний шум) - нажатие "стоп". Профессиональные компетенции: Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Способность организовать процесс подъема (натяжения) строительных конструкций с использованием гидравлического оборудования, обеспечивая их проектное положение. Способность читать технологические карты и точно следовать схеме строповки и домкращения, учитывая центры тяжести элементов. Способность оценить риски при работе под нагрузкой (обрыв троса, разрушение гидроцилиндра) и принять меры по установке страховочных опор. Готовность к действиям в аварийных ситуациях (экстренное опускание груза при отключении электроэнергии - использование ручного насоса или вентилей).	3 900,00
---	------------------------------------	--	----------

		Способность контролировать равномерность подъема (отсутствие перекосов) конструкции при работе группы домкратов. Способность выявлять неисправности оборудования (течь масла по штоку, люфты) и принимать решение о замене комплектующих. Способность координировать свои действия с действиями монтажников, находящихся непосредственно у конструкции (один управляет станцией, другой - контролирует положение груза).	
9	Измеритель усилия вырыва фасадных анкеров	Умения: Устанавливать нулевое значение на шкале прибора перед началом тестирования (для механических моделей) или подключать и синхронизировать электронный датчик с регистратором. Фиксировать захваты измерителя на анкерном стержне или шляпке дюбеля, исключая проскальзывание. Плавное увеличение тянущее усилие строго перпендикулярно поверхности фасада, избегая рывков. Считывать текущие показания с аналоговой шкалы (в момент фиксации «стоп») или фиксировать пиковое значение на табло. Записывать полученные значения разрушающей нагрузки (в кгс или кН) в полевой журнал испытаний. Навыки: Автоматически подбирать переходники и цанговые зажимы под конкретный диаметр анкера (визуально определяя тип анкера). Удерживать прибор строго соосно с анкером, не допуская перекосов, даже при приложении усилия, близкого к критическому (около 1000 кгс). По характерному звуку (щелчок) и по резкому падению усилия на манометре определять момент вырыва или разрушения анкера. На интуитивном уровне пользоваться функциями «Hold» (фиксация пикового значения) и сбросом результатов в электронных динамометрах. Автоматически принимать устойчивую позу и отворачивать лицо от линии натяжения троса на случай обрыва троса или вылета разрушенного крепления. Профессиональные компетенции: Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Способность выполнить выборочные испытания фасадных анкеров в соответствии с техкартой, интерпретировать полученные значения усилия вырыва и сравнить их с проектными (нормативными) значениями несущей способности крепления. Способность оценить фактическое состояние креплений фасадной системы (вентилируемого фасада, утеплителя, облицовки) на основе данных измерений и принять решение о пригодности узлов крепления к дальнейшей эксплуатации или о необходимости усиления конструкции.	8 300,00

		Способность организовать процесс контроля (выделить зоны испытаний, подготовить поверхность, обеспечить доступ) и составить акт освидетельствования скрытых работ или протокол испытаний, несущий юридическую силу на строительной площадке. Способность по характеру разрушения (вырыв с конусом бетона, вырыв тела анкера, проскальзывание) и по величине усилия сделать вывод о качестве монтажа, прочности основания (бетона/кирпича) или правильности подбора типа анкера.	
10	Измеритель прочности бетона	Умения: Выбирать тип склерометра (механический, электронный) в зависимости от задач контроля. Подготавливать прибор к работе (проверка заряда, внешний осмотр, установка нуля). Определять и подготавливать участки конструкции для испытаний (зачистка поверхности от грязи и краски). Проводить тарировку (настройку) прибора перед началом измерений. Ориентировать прибор строго перпендикулярно поверхности бетона при ударе. Выполнять требуемое количество замеров (серий ударов) на одном участке согласно ГОСТу. Считывать показания (высоту отскока) со шкалы прибора или дисплея. Навыки Стабильного и дозированного приложения усилия при нагружении ударного механизма. Быстрой смены позиций прибора для набора статистически достоверной выборки (10–12 ударов). «Чувства материала» - способности на слух или по ощущениям отличить удар по пустоте (арматура, раковина) от удара по монолитному бетону. Оперативного отбраковывания явно ошибочных результатов (выбросов) в серии замеров. Интерпретации показаний прибора с учетом возраста бетона и условий твердения. Работы с электронными склерометрами (снятие данных с дисплея, сохранение в память). Техники безопасности при работе с прибором (на стройплощадке, в лаборатории). Профессиональные компетенции: Применять современные методы, оборудование и технологии для возведения зданий и сооружений. Самостоятельно выбрать места и схему расположения измерительных участков на колоннах, балках, стенах и фундаментах в соответствии с требованиями нормативной документации. Понимать погрешность метода неразрушающего контроля, корректировать результаты с учетом наличия арматуры, крупного заполнителя и влажности бетона. На основе полученных данных о прочности может сделать вывод о соответствии/несоответствии бетона проектной марке (классу) и дать заключение о	13 200,00

		возможности дальнейшего бетонирования или необходимости усиления конструкции. Методически грамотно оформляет протокол испытаний, вносит данные в исполнительную документацию, делает выводы о качестве выполненных строительно-монтажных работ. Понимать физическую сущность метода упругого отскока и его ограничения (невозможность простукивания тонкостенных конструкций, зависимость от типа цемента).	
11	Компьютерный класс в комплекте	Умения: Создавать трехмерные архитектурные и конструктивные модели зданий (стены, перекрытия, фундаменты, крыши) в BIM-системах (Revit, ArchiCAD). Выполнять чертежи (планы, разрезы, фасады, узлы) в полном соответствии с требованиями СПДС (Система проектной документации для строительства) в AutoCAD. Задавать нагрузки, собирать расчетные схемы и выполнять статический и динамический расчет конструкций в ПК ЛИРА/САПФИР или SCAD Office. Создавать ведомости объемов работ, спецификации материалов и экспликации помещений автоматически (из модели) или полуавтоматически. Настраивать освещение, материалы и создавать фотореалистичные изображения (рендеры) будущего здания. Компоновать листы, выводить на печать (PDF) готовую документацию и конвертировать файлы в различные форматы для смежников. Навыки: Владение основными горячими клавишами AutoCAD/Revit для выполнения команд без использования мыши. Работа со слоями и фильтрами для управления видимостью и свойствами объектов. Использование готовых шаблонов файлов и загрузки семейств/компонентов из баз данных. Быстрое редактирование геометрии (подрезка, продление, перемещение, копирование массивами) сложных 3D-объектов. Обнаружение "мусора" в файлах, визуального контроля пересечений (коллизий) инженерных сетей и несущих конструкций. Подгрузка внешних ссылок (xRef) от смежных отделов (генплан, вентиляция) для контроля стыковки проектов. Профессиональные компетенции: Применять программные средства для автоматизации разработки технологической и конструкторской документации в строительстве и для разработки автоматизированных систем управления. Способность вести проект как единую	421 786,00

		информационную модель здания (BIM), понимая взаимосвязь изменения фасада с изменением спецификации и разреза. Способность выполнить проверку несущей способности конструкции, подобрав сечения элементов на основе анализа данных, полученных из расчетного комплекса. Способность применять профессиональное ПО для создания документации, автоматически проверяемой на соответствие ГОСТам, СНиПам (СП) и техническому заданию. Способность организовать обмен данными между разными программами (например, импорт архитектурной модели в расчетную, или экспорт модели в сметную программу) для совместной работы. Способность анализировать различные конструктивные схемы и варианты планировок в программе, выбирая наиболее экономичный и технологичный вариант. Способность на основе готовой модели создать визуализацию и пояснительную записку для защиты курсового или дипломного проекта перед комиссией/заказчиком.	
7-07-0732-02 «Инженерные сети, оборудование зданий и сооружений»			
12	Микроскоп тринокулярный с системой видеофиксации и обработки изображений	Умения: Настройка визуализации: юстировка микроскопа для получения четкого изображения на окулярах и мониторе одновременно. Микрофото- и видеофиксация: проведение захвата изображений микрообъектов в режиме реального времени для создания доказательной базы анализа. Самостоятельное изготовление препаратов «раздавленная капля» или фиксированных окрашенных мазков. Определение линейных размеров микрообъектов (например, размеров хлопьев или длины нитчатых бактерий) с помощью программного обеспечения. Навыки: Быстрый поиск и распознавание микроорганизмов-индикаторов (простейшие, коловратки, черви) в сточной воде. Владение инструментами коррекции изображения, фильтрации шумов и автоматизированного подсчета объектов на снимке. Определение «здоровья» активного ила по его микроструктуре для оперативного управления технологическим процессом. Профессиональные компетенции: Знать требования к качеству питьевой и очищенной воды, технологические схемы и оборудование для очистки воды, представленные в Республике Беларусь, определять перспективные направления совершенствования отдельных технологических процессов и производств. Способность интерпретировать данные микроскопии	7 170,00

		для принятия решений по корректировке режимов водоподготовки и очистки. Готовность использовать современное цифровое оборудование для ведения электронных журналов мониторинга и отчетности. Синтезировать визуальные данные с физико-химическими показателями воды для комплексной оценки работы очистных сооружений.	
13	Кислородомер	Умения: Подготовка прибора: проведение калибровки электрода «по воздуху» или по насыщенной кислородом воде. Выполнение измерений непосредственно в технологических емкостях (in situ) или в отобранных пробах с соблюдением температурного режима. Замена мембран, электролита или проверка состояния оптического колпачка (в зависимости от типа прибора). Сопоставление полученных значений с нормативными требованиями для конкретного этапа водоподготовки. Навыки: Быстрое определение профиля распределения кислорода в аэротенках для выявления «мертвых зон». Постановка анализа на биохимическое потребление кислорода (расчет разности между начальной и конечной концентрацией за период инкубации). Использование функций автоматической термокомпенсации и записи данных (логгирования) в память прибора. Профессиональные компетенции: Знать требования к качеству питьевой и очищенной воды, технологические схемы и оборудование для очистки воды, представленные в Республике Беларусь, определять перспективные направления совершенствования отдельных технологических процессов и производств. Способность оптимизировать работу аэрационных систем (компрессоров) на основе данных кислородного режима для снижения затрат предприятия. Оценивать степень загрязнения природных водоемов-приемников сточных вод по дефициту растворенного кислорода. Готовность оперативно реагировать на снижение уровня кислорода для предотвращения гибели активного ила или нарушения процессов обезжелезивания воды.	5 394,00

14	Портативный рН-метр/ОВП-метр/термометр	Умения: Проведение настройки прибора по стандартным буферным растворам (для рН) и проверочным растворам (для ОВП). Обеспечение правильных условий замера (перемешивание, стабилизация показаний, контроль температуры). Правильное хранение электродов (в растворе KCl), их очистка от органических и минеральных загрязнений. Переключение между режимами измерения (мВ/рН/°С) и настройка параметров термокомпенсации (АТК/РТК). Навыки: Быстрое определение агрессивности воды (коррозионная активность или склонность к накипеобразованию). Определение точек завершения процессов нейтрализации сточных вод или окисления загрязнений по скачку потенциала. Работа с портативным прибором в условиях действующих очистных сооружений (соблюдение правил эксплуатации вне лаборатории). Профессиональные компетенции: Знать требования к качеству питьевой и очищенной воды, технологические схемы и оборудование для очистки воды, представленные в Республике Беларусь, определять перспективные направления совершенствования отдельных технологических процессов и производств. Способность предсказать эффективность очистки (осаждение тяжелых металлов) на основе текущих значений рН и ОВП. Готовность корректировать дозы реагентов (щелочи, кислоты, окислителей) для поддержания заданного технологического режима. Использовать ОВП как индикатор смены фаз (аэробная/аноксидная/ анаэробная) в биохимических процессах очистки.	2 460,00
15	Термогигрометр цифровой	Умения: Корректный выбор точек измерения в помещении (вдали от приточных струй, радиаторов и наружных стен) для получения репрезентативных данных. Расчет или прямое считывание температуры конденсации для оценки риска образования плесени и грибка. Сравнение фактических параметров воздуха до и после секций нагрева, охлаждения или увлажнения в приточных установках. Фиксация динамики изменения влажности при различных режимах работы вентиляции. Навыки: Владение техникой серийных замеров с фиксацией экстремальных значений (Min/Max/Hold) и расчетом средних показателей. Выявление зон недостаточного утепления или	1 890,00

		нарушения пароизоляции по аномалиям локальной влажности и температуры. Проверка точности прибора с использованием солевых гигростатов или сравнением с эталонным психрометром. Профессиональные компетенции: Осуществлять расчет и анализ режимов работы систем кондиционирования воздуха, перспективы и направления их развития. Применять законы термодинамики, тепломассообмена, строительной теплофизики для расчетов и проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции. Осуществлять расчет режимов работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для подбора энергоэффективного оборудования. Применять методики расчета и подбора оборудования систем теплогазоснабжения для анализа режимов, перспектив и направления их развития. Способность делать аргументированные заключения о соответствии систем вентиляции и кондиционирования проектным заданиям. Обосновывать выбор теплоизоляционных материалов и мощности оборудования на основе реальных климатических данных. Готовность использовать данные о влажностном режиме для оценки скрытых тепловпотерь и оптимизации энергопотребления систем холодоснабжения.	
16	Термоанемометр	Умения: Правильное позиционирование зонда относительно направления потока (соблюдение вектора скорости). Преобразование линейной скорости воздуха, измеренной в решетках или каналах, в объемный расход для проверки баланса вентиляции. Измерение скоростей движения воздуха в рабочей зоне для контроля соблюдения норм «сквозняков». Установка параметров сечения воздуховода в памяти прибора для автоматического вычисления расхода. Навыки: Регулировка дроссель-клапанов и шиберов на основе оперативных показаний термоанемометра. Выявление зон засорения фильтров, утечек в воздуховодах или неэффективной работы вентиляторов по падению скорости потока. Профессиональные компетенции: Осуществлять расчет и анализ режимов работы систем кондиционирования воздуха, перспективы и направления их развития. Применять законы термодинамики, тепломассообмена, строительной теплофизики для расчетов и проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции. Осуществлять расчет режимов работы систем	1 758,00

		отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для подбора энергоэффективного оборудования Способность проводить комплексную наладку систем вентиляции и кондиционирования на проектные расходы воздуха. Подтверждать эффективность удаления вредных примесей местными отсосами на промышленных предприятиях. Готовность принимать решения по регулированию частоты вращения вентиляторов исходя из фактической потребности в воздухообмене.	
17	Тепловизор	Умения: Выбор оптимальной цветовой палитры, настройка температурного диапазона (шкалы) и фокусного расстояния для получения четкого снимка. Ввод коэффициентов излучения в зависимости от типа поверхности (кирпич, металл, стекло) для получения достоверных значений температуры. Выполнение внутреннего и наружного тепловизионного обследования зданий, поиск «мостиков холода» и мест фильтрации воздуха. Локализация зон аномального перегрева в системах отопления (засоры радиаторов) и узлах вентиляционного оборудования. Навыки: Обработка радиометрических снимков на ПК, построение температурных профилей (линий), гистограмм и выделение зон изотерм. Идентификация участков увлажнения утеплителя, дефектов швов в притворах окон и дверей. Бесконтактное определение местоположения скрытых трубопроводов отопления и теплого пола в стяжке. Составление профессиональных отчетов (термограмм) с описанием выявленных температурных аномалий и их причин. Профессиональные компетенции: Применять законы термодинамики, тепломассообмена, строительной теплофизики для расчетов и проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции. Способность оценивать фактическое теплотехническое состояние зданий и соответствие систем отопления проектным показателям. Формировать рекомендации по утеплению конструкций и модернизации систем ОВиК на основе визуальных доказательств теплопотерь. Готовность использовать тепловизионный метод для предотвращения аварийных ситуаций (перегрев двигателей вентиляторов, разбалансировка систем отопления).	1 904,00
18	Регистратор видеографический	Умения: Настройка параметров каждого входа (тип датчика, диапазон измерения, единицы измерения) под конкретную задачу (например, мониторинг	30 240,00 за 3 шт.

		температуры теплоносителя). Создание пользовательских экранов для одновременного наблюдения за взаимосвязанными процессами (например, температура наружного воздуха и расход теплоты на отопление). Программирование «установок» (Min/Max) для автоматического уведомления о выходе параметров систем вентиляции или теплоснабжения за критические пределы. Перенос архивных файлов на внешние носители для их последующей обработки в специализированном ПО. <u>Навыки:</u> Чтение трендов для определения времени выхода системы кондиционирования на рабочий режим или оценки инерционности систем отопления. Сопоставление графиков нескольких величин для выявления причинно-следственных связей (например, влияние открытия заслонки на изменение давления в воздуховоде). Использование встроенных функций регистратора для вычисления производных величин (например, мгновенной тепловой мощности на основе расхода и разности температур). <u>Профессиональные компетенции:</u> Осуществлять расчет и анализ режимов работы систем кондиционирования воздуха, перспективы и направления их развития. Применять законы термодинамики, тепломассообмена, строительной теплофизики для расчетов и проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции. Осуществлять расчет режимов работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для подбора энергоэффективного оборудования. Готовность к эксплуатации современных систем управления микроклиматом, построенных на базе цифровых регистраторов и контроллеров. Способность анализировать устойчивость систем ОВиК и выявлять автоколебания в контурах управления (например, некорректную работу клапана в системе ГВС). Обосновывать графики энергопотребления и выявлять периоды нерационального использования ресурсов (перетопы, работа вентиляции в пустых помещениях).	
19	Прибор экологического контроля	<u>Умения:</u> Проверка работоспособности сенсоров, установка «нуля» по чистому воздуху и проверка заряда автономных источников питания. Проведение прямых измерений содержания газов и пыли в вентиляционных потоках с учетом влажности и температуры газа. Расчет степени очистки газопылеулавливающих установок (циклонов, фильтров, скрубберов) на основе данных на входе и выходе.	5 196,00

		Пересчет измеренных концентраций к нормальным условиям (давление 101,3 кПа, температура 0°C) для сопоставления с нормативами. <u>Навыки:</u> Владение техникой изокинетического отбора проб пыли (выравнивание скоростей в зонде и канале) для исключения погрешностей. Работа с газоаналитическими системами: быстрая настройка режимов мониторинга, логгирование данных и интерпретация мгновенных пиковых значений выбросов. Замена фильтров-влагоотделителей и пылевых предфильтров для защиты чувствительных сенсоров прибора. <u>Профессиональные компетенции:</u> Осуществлять расчет и анализ режимов работы систем кондиционирования воздуха, перспективы и направления их развития. Применять законы термодинамики, тепломассообмена, строительной теплофизики для расчетов и проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции. Осуществлять расчет режимов работы систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха для подбора энергоэффективного оборудования. Способность проводить инвентаризацию источников выбросов и оценивать их воздействие на окружающую среду. Обосновывать выбор методов очистки воздуха (абсорбция, адсорбция) на основе данных о реальном составе выбросов. Готовность принимать оперативные решения при обнаружении превышений ПДК в рабочей зоне производственных помещений.	
7-07-0731-01 «Архитектура»			
20	3D-сканер	<u>Умения:</u> Выполнять сканирование архитектурных объектов (здания, фасады, интерьеры, ландшафт) с необходимым разрешением и перекрытием сканов. Выбирать позиции сканирования, обеспечивать полноту охвата сложных элементов (декор, проемы, инженерные коммуникации). Выполнять первичную обработку данных: очистку облаков точек от шумов и артефактов, сшивку (регистрацию) сканов, контроль ошибок совмещения. Экспортировать облака точек в форматы для CAD/BIM и использовать их как подложку для проектирования. Создавать на основе сканов точные обмерные чертежи (планы, фасады, разрезы) и 3D-модели существующих архитектурных форм. Выявлять деформации, отклонения, несоосности, влияющие на проектные решения.	6 190,00

		<u>Навыки:</u> Работа с ручными лазерными сканерами: настройка параметров, калибровка, съемка. Использование специализированного ПО для обработки облаков точек. Импорт и работа с облаками точек в архитектурных САПР (AutoCAD, Revit, Archicad) для построения обмерных чертежей и моделей. Классификация облаков точек (земля, здания, растительность) для ландшафтного анализа. Контроль точности измерений и соблюдение масштаба. <u>Профессиональные компетенции:</u> Применять знания смежных и сопутствующих дисциплин при разработке проектов, действовать инновационно и технически грамотно при использовании строительных технологий, материалов, конструкций, систем жизнеобеспечения и информационно-компьютерных средств Понимание роли точных обмеров в архитектурном проектировании, реконструкции и реставрации. Пространственное мышление и способность интерпретировать точечные данные как архитектурные формы. Внимание к деталям и метрологическая культура (допуски, погрешности). Выявление конструктивных особенностей и дефектов объекта.	
6-05-0212-02 «Дизайн предметно-пространственной среды»			
20	3D-сканер	<u>Умения:</u> Выполнять сканирование интерьеров, общественных пространств и предметного наполнения с необходимым разрешением и перекрытием сканов. Фиксировать существующую ситуацию: геометрию помещений, ниши, колонны, перепады уровней, инженерные коммуникации и отдельные предметы. Обработать облака точек: очистка от шумов, сшивка (регистрация), экспорт в форматы для дизайнерских программ. Создавать на основе сканов точные обмерные чертежи (планы, развертки стен) для дальнейшего проектирования. Выявлять несоосности, деформации, особенности существующей планировки, влияющие на дизайн-решение. <u>Навыки:</u> Работа с ручными сканерами: настройка параметров, съемка интерьеров и предметов. Владение ПО для обработки облаков точек (Autodesk ReCap, RealityCapture). Импорт и работа с облаками точек в дизайнерских средах (SketchUp, 3ds Max, Blender, Revit). Контроль точности измерений и соблюдение масштаба. <u>Профессиональные компетенции:</u> Решать стандартные задачи профессиональной	

		деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий. Понимание роли точных обмеров в дизайне предметно-пространственной среды. Пространственное мышление и способность интерпретировать облака точек как будущее пространство.	
7-07-0731-01 «Архитектура»			
21	Шлем виртуальной реальности	Умения: Настраивать VR-оборудование (шлем, контроллеры, базовые станции), определять безопасную зону перемещения. Импортировать архитектурные 3D-модели (проектируемые здания, интерьеры, ландшафты) в VR-среды. Настраивать в виртуальной среде освещение, материалы, окружение для максимальной реалистичности. Проводить навигацию в виртуальном пространстве: перемещаться, осматривать объекты в масштабе 1:1, оценивать пропорции, эргономику, видовые точки. Демонстрировать проект заказчику или комиссии, управляя вниманием и поясняя архитектурные решения. Использовать VR для анализа пространства: проверка инсоляции, обзорности, масштаба. Навыки: Работа с VR-гарнитурами: подключение, настройка, использование контроллеров. Базовые навыки работы в движках реального для импорта моделей, настройки материалов и освещения. Оптимизация сцен (полигональность, текстуры) для комфортной работы в VR. Создание простых сценариев презентации (облет, телепортация, подсветка элементов). Профессиональные компетенции: Применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации, работы с информацией в глобальных компьютерных сетях с использованием специализированного и прикладного программного обеспечения, владеть современными методами комплексного архитектурно-строительного компьютерного проектирования Понимание возможностей иммерсивных технологий для архитектурной визуализации и презентации. Пространственное восприятие и чувство масштаба при работе в масштабе 1:1. Способность эмоционально и наглядно представить проект. Оценка достоверности виртуальной модели по сравнению с реальностью. Адаптивность к новым версиям ПО и оборудования.	2 252,00
6-05-0212-02 «Дизайн предметно-пространственной среды»			
21	Шлем виртуальной	Умения:	

	реальности	Настраивать VR-оборудование, определять безопасную зону перемещения, подключать к ноутбуку. Импортировать созданные модели интерьеров и предметов в VR-среды. Настраивать в виртуальном пространстве реалистичное освещение, материалы, текстуры, окружение. Проводить навигацию: перемещаться по проектируемому пространству в масштабе 1:1, оценивать эргономику, видовые точки, атмосферу. Демонстрировать дизайн-проект заказчику в иммерсивном формате, управляя вниманием и поясняя решения. Оценивать в VR масштаб предметов, удобство перемещения, визуальный комфорт. Навыки: Работа с VR-гарнитурами: настройка, использование контроллеров. Базовые навыки в движках реального времени для импорта моделей, настройки материалов и освещения. Оптимизация сцен для комфортной работы в VR. Создание простых сценариев презентации (облет, телепортация). Профессиональные компетенции: Использовать программные средства трехмерного моделирования, визуализации и компьютерной анимации для создания сложного визуального контента Понимание возможностей иммерсивных технологий для презентации дизайн-проектов. Пространственное восприятие и чувство масштаба 1:1. Клиентоориентированность: способность эмоционально представить проект. Адаптивность к новым версиям ПО и оборудования.	
7-07-0731-01 «Архитектура»			
22	Станок офортный ручной	Умения: Подготавливать офортный станок к работе: регулировать давление валов, укладывать сукна, очищать поверхности. Создавать печатные формы (офортные доски, линогравюры, коллаграфии) с архитектурными мотивами (фасады, орнаменты, детали, планы). Выполнять печать с различных форм на бумаге, картоне, ткани и других материалах, используемых в архитектурной графике. Использовать техники офорта (сухая игла, акватинта, травление, мягкий лак) для передачи тона, фактуры материалов, светотени. Создавать архитектурные паттерны и декоративные элементы для презентаций и макетов. Экспериментировать с фактурами и тиснением для получения выразительных графических листов. Совмещать офорт с цифровыми технологиями: сканировать оттиски для дальнейшей обработки, использовать как основу для коллажей. Навыки:	5 174,00

		Полный цикл создания офортной доски: подготовка металла, грунтовка, рисование, травление, удаление лаков (с соблюдением техники безопасности). Красочные системы: нанесение и снятие краски, раскатка, создание тональных градаций. Печать на различных материалах (бумага разной плотности, ткань, пластик) с учетом их свойств. Создание многоцветных оттисков и многодосочных композиций. Пробная печать и корректировка изображения. Профессиональные компетенции: Выражать наглядные творческие замыслы объемно-пространственной композиции с помощью методов макетирования, владеть навыками эскизного, рабочего, демонстрационного моделирования. Понимание эстетики офорта и его роли в истории архитектурной графики. Чувство линии, тона, фактуры как средств архитектурной выразительности. Способность интегрировать ручную графику в современный архитектурный проект (концептуальные листы, презентации). Экспериментальный подход и готовность к творческому поиску. Культура работы с историческими техниками и бережное отношение к оборудованию.	
6-05-0212-02 «Дизайн предметно-пространственной среды»			
22	Станок офортный ручной	Умения: Подготавливать станок к работе: регулировать давление, укладывать сукна, очищать валы. Создавать печатные формы с декоративными мотивами, орнаментами, фактурами для интерьерного декора. Выполнять печать на различных материалах (бумага, ткань, картон, пластик, деревянные поверхности) для создания элементов предметного дизайна. Использовать техники офорта (сухая игла, акватинта, мягкий лак, коллаграфия) для передачи фактур материалов. Создавать дизайнерские паттерны и декоративные элементы для интерьерных панно, текстиля, мебельных вставок. Экспериментировать с тиснением и фактурами для получения выразительных поверхностей. Навыки: Полный цикл создания печатных форм: подготовка основы, нанесение грунта, рисование, травление (с соблюдением ТБ). Красочные системы: нанесение и снятие краски, создание тональных градаций. Печать на разных материалах (бумага, ткань, пластик, дерево) с учетом их свойств. Создание многоцветных оттисков и многодосочных композиций.	

		<u>Профессиональные компетенции:</u> Применять и выполнять декоративные техники в архитектурной среде, учитывая современный опыт и тенденции. Понимание эстетики ручной графики и ее роли в современном дизайне интерьера. Чувство фактуры, линии, тона как средств художественной выразительности. Способность интегрировать ручную графику в предметный дизайн и декор. Экспериментальный подход и творческий поиск.	
7-07-0731-01 «Архитектура»			
23	Ноутбук	Работа с ноутбуком (для обеспечения работы 3D-сканера, VR и офортного станка). <u>Умения:</u> Устанавливать и настраивать программное обеспечение для работы с 3D-сканером и VR-оборудованием. Подключать 3D-сканер и VR-шлем к ноутбуку, проверять совместимость, настраивать параметры передачи данных. Оперативно обрабатывать данные сканирования на ноутбуке в полевых или камеральных условиях: регистрация, чистка, экспорт. Запускать VR-сессии, контролировать производительность (FPS), оптимизировать настройки графики для плавной работы. Работать с графическими редакторами и CAD-пакетами (AutoCAD, Revit, ArchiCAD) для моделирования по сканам и подготовки презентаций. Выполнять сканирование и ретушь офортных оттисков для создания цифровых архивов и гибридных работ. Обеспечивать резервное копирование проектных данных и их защиту. <u>Навыки:</u> Уверенная работа в операционной системе, настройка драйверов и периферии. Знание системных требований и умение настраивать производительность ноутбука под ресурсоемкие задачи (обработка облаков точек, VR). Работа с основным ПО 3D и 2D графических редакторов. Базовые навыки диагностики и устранения неполадок при подключении оборудования. <u>Профессиональные компетенции:</u> Применять основные методы, способы и средства получения, хранения и переработки информации, работы с информацией в глобальных компьютерных сетях с использованием специализированного и прикладного программного обеспечения, владеть современными методами комплексного архитектурно-строительного компьютерного проектирования Понимание информационных потоков в архитектурном проектировании: от съемки до презентации. Техническая грамотность в области аппаратного и	6 486,00

		программного обеспечения. Способность организовать рабочее место для эффективной работы с высокотехнологичным оборудованием. Адаптивность к обновлениям ПО и драйверов. Информационная безопасность и ответственность за сохранность проектных данных.	
6-05-0212-02 «Дизайн предметно-пространственной среды»			
23	Ноутбук	Работа с ноутбуком (для обеспечения работы 3D-сканера, VR и офортного станка). Умения: Устанавливать и настраивать ПО для работы со сканером, VR и графическими редакторами. Подключать 3D-сканер и VR-шлем к ноутбуку, проверять совместимость. Оперативно обрабатывать данные сканирования в полевых и камеральных условиях. Запускать VR-сессии, контролировать производительность, оптимизировать настройки. Сканировать и ретушировать офортные оттиски для создания цифровых архивов и гибридных работ. Обеспечивать резервное копирование проектных данных. Навыки: Уверенная работа в ОС, настройка драйверов и периферии. Владение основным ПО 3D и 2D графических редакторов. Навыки быстрой передачи данных между устройствами. Базовая диагностика и устранение неполадок. Профессиональные компетенции: Использовать программные средства трехмерного моделирования, визуализации и компьютерной анимации для создания сложного визуального контента. Понимание информационных потоков в дизайн-проектировании. Техническая грамотность в области аппаратного и программного обеспечения. Способность организовать рабочее место для эффективной работы. Информационная безопасность и ответственность за сохранность данных.	
			Всего 3 000 000,00