

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Власов Виктор Алексеевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 09.09.2025 12:43:32
Уникальный программный ключ:
8795a197730b330f78fcc134ddd9dccfc3d63d648cb485d46f6dd1d51ac84980



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИНСТИТУТ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе

_____ Д.Н. Песцов
« ____ » _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

курса повышения квалификации

«Аддитивные технологии в архитектуре и строительстве»

Наименование программы

направление подготовки (специальности):

«Строительство» профиль: строительные материалы (08.03.01)

Код и наименование

Томск
2025

1. Общая характеристика курса.

1.1. Цель и задачи реализации курса.

Курс создан и реализуется на базе ТГАСУ в рамках проекта «Аддитивные технологии в строительстве» Стратегического технологического проекта «Химия и инжиниринг новых строительных материалов». Курс разработан в партнерстве с компанией Smart Build Service (г. Москва), работающей на рынке промышленных строительных 3D-принтеров и аддитивного строительства. Содержание курса составлено, в том числе, с опорой на профессиональный стандарт "Специалист по аддитивным технологиям (код 40.159). Кроме того, в разработке учебных материалов курса приняли участие приглашенные эксперты из НИУ МГСУ и ВГТУ, а также практикующие профессионалы из отрасли аддитивного строительства.

Целью реализации курса повышения квалификации является формирование и развитие теоретических и практических навыков, необходимых для быстрого погружения в сферу аддитивного строительства с точки зрения технологий, материалов, архитектуры, надежности конструкций, маркетинга, экологии и экономической целесообразности.

Для достижения указанной *цели* предлагается решение следующих *задач*:

- изучение возможности 3D-печати для оценки ее применения в строительных проектах;
- рассмотрение полного спектра существующих аддитивных технологий в строительстве для подбора и оценки оптимальных методов 3D-печати, материалов и оборудования;
- усвоение последовательности технологических операций аддитивного производства строительных конструкций и малых форм;
- освоение методик позиционирования и оценки экономической целесообразности проектов с применением аддитивных технологий строительства.

Таким образом, курс нацелен на преодоление разрыва между передовыми технологиями производства и развивающимися потребностями строительной отрасли, подготавливая участников отрасли к новым ролям в области цифрового и аддитивного строительства.

1.2. Категория слушателей.

Курс предназначен для руководителей проектов, инженеров-проектировщиков, технологов строительных материалов, архитекторов, а также специалистов строительной отрасли, желающих освоить современные методы 3D-печати в строительстве. Лица, желающие освоить курс повышения квалификации, должны иметь среднее профессиональное или высшее образование.

Сфера профессиональной деятельности – строительство и строительные технологии, архитектура и проектирование, строительные материалы.

1.3. Трудоемкость обучения и режим занятий слушателей.

Нормативный срок освоения курса – 72 часа, включая все виды аудиторной и самостоятельной учебной работы слушателей.

Общая продолжительность курса – 8 недель.

Учебная нагрузка устанавливается не более 8 часов в неделю, включая все виды аудиторной и внеаудиторной учебной работы слушателя.

1.4. Форма обучения и форма организации образовательной деятельности.

Форма обучения: 1) очная в формате 5-дневного интенсива на базе ТГАСУ; 2) очно-заочная в онлайн-формате с сопровождением в течение 2 месяцев; 3) **заочная**, онлайн-формат без сопровождения (в своем темпе, консультации не предусмотрены).

Продолжительность учебной недели по очной форме обучения составляет 5 дней.

В рамках очно-заочной формы обучения каждые две недели предусмотрены групповые видеоконференции с экспертами программы для обсуждения вопросов и заданий. Встречи проходят на базе коворкинга ТГАСУ (корпус 2, офис 201).

Отформатировано: выделение цветом

В очном формате курс реализуется один раз в год осенью; в очно-заочном формате – два раза в год по мере набора группы слушателей; **до заочной форме обучения** в онлайн-формате – круглый год по запросу.

Отформатировано: выделение цветом

2. Формализованные (планируемые) результаты освоения курса.

В результате освоения курса у слушателя должен сформироваться комплекс знаний, умений и навыков в области принципов работы аддитивных технологий, их применения в строительной отрасли и оценки их эффективности.

В результате изучения программы слушатели должны:

знать:

- классификацию аддитивных технологий, виды 3D-принтеров и периферийного оборудования;
- виды и свойства материалов, применяемых в аддитивном строительстве;
- особенности подготовки модели объекта для аддитивного строительства;
- методiku оценки несущей способности конструкций для 3D-печати;
- стандарты и нормативные требования для 3D-строительства;

уметь:

- подбирать оптимальную маркетинговую стратегию/инструмент под проекты 3D-печати;
- определять стоимость цикла и целесообразность применения технологий аддитивного строительства;
- выполнять сравнительный анализ стоимости строительного проекта здания с применением традиционных и аддитивных технологий;

владеть:

- навыками эффективного планирования и позиционирования технологий 3D-печати;
- навыками работы со строительными материалам в рамках создания смесей для 3D-печати.

3. Содержание программы.

3.1. Календарный учебный график.

Таблица 1. Форма календарного учебного графика.

Форма обучения	График обучения	Ауд. часов в день	Дней в неделю	Общая продолжительность программы (дней, недель, месяцев)
	очная	8	5	2 недели
	очно-заочная	2	5	8 недель
	заочная	2	5	8 недель

Отформатировано: выделение цветом

3.2. Учебный план.

Таблица 2. Форма учебного плана курса, реализуемого в полном объеме с использованием аудиторных занятий.

№ п/п	Наименование дисциплин (модулей)	ОТ*, час.	Аудиторные/ дистанционные занятия, час.			ВЗ*, час.	СРС*, час.	Форма контроля
			Лк*	ПЗ, СЗ, ЛЗ*				
1	2	3	4	5	6	7	8	
1.	Технологии и материалы 3D-печати	32	8	8	-	16	Презентация доклада на научно-практическом семинаре	
2.	Архитектура и конструкционная надёжность 3D-печати	24	6	6	-	12		

3.	Экономика и маркетинг строительных проектов с аддитивными технологиями	14	4	4	-	6	
	Практики (стажировки)	-	-	-	-	-	Не предусмотрено
	Итоговая аттестация	2	-	-	-	-	Тестирование по теоретическим и практическим знаниям
	ИТОГО:	72	18	18		34	

Отформатировано: выделение цветом

* *ОТ* – общая трудоемкость, *Лк* – лекции, *ПЗ* – практические занятия, *СЗ* – семинарские занятия, *ЛЗ* – лабораторные занятия, *ВЗ* – выездные занятия, *СРС* – самостоятельная работа слушателя

3.3. Содержание учебных дисциплин (тем).

№ п/п	Наименование тем	Содержание обучения по темам
1	Введение в аддитивные технологии в строительстве	Раздел рассматривает историю возникновения аддитивных технологий, классификацию существующих методов, их преимущества и недостатки, а также современное состояние развития отрасли.
2	Технологии и материалы 3D-печати	Раздел изучает материалы для аддитивного строительства: виды, получение, свойства, особенности. Технологии аддитивного строительства. Контроль и регулирование основных технологических свойств материалов. Виды 3D-принтеров и периферийное оборудование.
3	Архитектурное проектирование и конструкционная надёжность	Раздел охватывает такие темы, как принципы адаптивного проектирования; программное обеспечение и подготовка модели; оценка несущей способности и надежности конструкций для 3D-печати. Кроме того, рассматриваются стандарты и нормативные требования для 3D-строительства и лучшие мировые примеры реализованных проектов в данной области. В рамках модуля предусмотрена групповая работа по эскизному проектированию малой архитектурной формы.
4	Экономика и маркетинг проектов	Раздел рассматривает набор маркетинговых инструментов проектов 3D-печати зданий, а также оценку стоимости цикла и целесообразности при небольших объемах.
	Лабораторные занятия	Лабораторное занятие по подготовке смеси и определения их свойств
	Самостоятельная работа слушателя	Изучение кейсовых ситуаций, дополнительных видеоматериалов (интервью с отраслевыми экспертами) и научных статей.
	Используемые образовательные технологии	В преподавании курса используются технологии практико-ориентированного обучения, а также дистанционные образовательные технологии: видео-лекции, в том числе приглашенных спикеров.

Отформатировано: Отступ: Первая строка: 2,34 зн., Поз.табуляции: нет в 11,03 см

3.4. Требования к промежуточной и итоговой аттестации.

Промежуточная аттестация учащихся выполняется на основании участия в семинарах и групповом задании:

1. Семинар «Лучшие примеры 3D-строительства в мире» - индивидуальная оценка;
2. Семинар «Набор маркетинговых инструментов под проекты 3D печати» - индивидуальная оценка;
3. Групповое задание «Эскизное проектирование малой архитектурной формы» – групповая оценка;
4. Итоговая аттестация включает презентацию доклада на научно-практическом семинаре и тестирование теоретических и практических знаний.

Индивидуальные и групповые задания оцениваются спикерами курса. При оценке группового задания все участники группы получают одинаковую оценку на основании общей оценки за выполненное задание.

Критерии оценки:

- Отлично (80-100%) – задание понято и выполнено корректно, конечный результат совпадает по форме и содержанию с запрашиваемым. Результат выполнения имеет понятное и аккуратное оформление, успешно представлен.
- Хорошо (60-79%) – задание понято и выполнено по большей части корректно, имеются небольшие недочеты в содержании и/или оформлении, выполнена презентация результатов.
- Удовлетворительно (40-59%) – при выполнении задания имеются серьезные неточности, требуются значительные корректировки, результаты оформлены слабо / не представлены.
- Неудовлетворительно (0-39%) – задание выполнено некорректно, требует повторного выполнения и считается невыполненным.

Общая оценка за курс выставляется на основании результатов итоговой аттестации. Курс считается успешно пройденным при достижении обучающимся оценки не ниже 50%.

Лицам, успешно освоившим программу повышения квалификации и прошедшим итоговую аттестацию, присваиваются 2 ЗЕТ / ECTS и выдается удостоверение о повышении квалификации (после предъявления копии диплома о высшем / среднем профессиональном образовании) *эти слова лучше исключить.*

Отформатировано: выделение цветом

Отформатировано: Шрифт: курсив

4. Условия реализации программы.

4.1. Материально-технические условия реализации.

Занятия проводятся в помещении коворкинга ТГАСУ (офис 201, корпус 2), имеющего необходимое методическое и техническое оснащение. Лабораторные занятия проводятся на базе лаборатории кафедры строительных материалов и технологий, а также лаборатории Научно-образовательного центра «Аддитивное строительство Сибири».

Учебный процесс обеспечивается необходимой компьютерной и проекционной техникой, а также лабораторным оборудованием для работы со строительными материалами и телекоммуникационным оборудованием для реализации онлайн-подключений.

4.2. Учебно-методическое обеспечение курса.

Электронные образовательные ресурсы и лекции в видеоформате доступны обучающимся через общее облачное хранилище.

Перечень рекомендуемых учебных материалов:

Основная литература:

1. Лекции спикеров по темам курса (11 шт.);
2. Научные статьи на темы курса (5 шт.);
3. Мировые кейсы зданий, созданных при помощи аддитивных технологий;

Дополнительная литература:

4. Обзорная научная статья «Additive manufacturing in construction: bridging innovation and sustainability» («Аддитивные технологии в строительстве: объединяя инновации и устойчивое развитие» (пер.), <https://doi.org/10.20935/AcadEng7691>;

5. Научная статья «Carbon capture and sequestration with in-situ CO₂ and steam integrated 3D concrete printing» («Улавливание и изъятие углекислого газа (УИУГ) при

помощи встроенного сопла подачи углекислого газа и пара при 3D-печати (3DCP)» (пер.), <https://doi.org/10.1016/j.cst.2024.100306>;

6. Видеоинтервью с Романом Павленко, руководителем компании «3D4Art», работающей на российском рынке аддитивного строительства;

7. Видеоинтервью с практикующим экспертом, участником российских и зарубежных проектов в области аддитивного строительства Анной Шульгой.

5. Кадровое обеспечение курса.

—Образовательный процесс по дисциплинам (темам) курса обеспечивается преподавателями вузов, среди которых ТГАСУ, Московский государственный строительный университет (НИУ МГСУ) и Воронежский государственный технический университет (ВГТУ), а также отраслевыми экспертами в области аддитивного строительства. Кураторами курса выступают сотрудники отдела управления проектами ТГАСУ – Седикова Н.Б., Иноземцева Е.И., Кахаева Н.В.

Состав преподавателей курса:

Копаница Наталья Олеговна – д.т.н., профессор, заведующая кафедрой строительных материалов и технологий (ТГАСУ);

Славчева Галина Станиславовна – д.т.н., профессор кафедры технологий строительных материалов, изделий и конструкций Воронежского государственного технического университета (ВГТУ);

Кабанцев Олег Васильевич – д.т.н., профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций Московского государственного строительного университета (НИУ МГСУ), Почетный строитель России;

Шиленков Михаил Владимирович - генеральный директор компании «Смарт Билд Сервис» (Smart Build Service);

Дюков Александр Борисович – глава Ассоциации производителей строительных принтеров (АПСП), г. Москва;

Ремарчук Сергей Михайлович – доцент кафедры архитектурного проектирования ТГАСУ, Член Союза архитекторов РФ;

Сорокина Екатерина Александровна – аспирант кафедры строительных материалов и технологий ТГАСУ, Начальник Архитектурно-строительного бизнес-инкубатора;

Белоусов Денис Евгеньевич – коммерческий директор компании «Смарт Билд Сервис»;

Яушева Светлана Васильевна – к.т.н., специалист по аддитивным технологиям компании «Смарт Билд Сервис»;

Витушкин Севастьян Васильевич – инженер-конструктор компании «Смарт Билд Сервис».

Возможно дополнение списка приглашенных спикеров в рамках реализации курса.

6. Разработчики курса.

Е.И. Иноземцева, эксперт отдела
управления проектами ТГАСУ

(подпись)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель программы:

(Н.О. Копаница)

Директор ИНО-ТГАСУ

Н.Р. Шадейко

← **Отформатировано:** Отступ: Слева: 0 см, Первая строка: 0 зн.