


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)


СОГЛАСОВАНО

Директор института магистратуры


И.В. Ярмоленко
« 27 » 05 20 г.

УТВЕРЖДАЮ

Директор института


В.А. Уваров
« 28 » 05 20 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
Дисциплины

Программное обеспечение 3D аддитивных технологий

направление подготовки (специальность):

08.04.01 - Строительство

Направленность программы (профиль, специализация):

Эффективные строительные композиты для 3D аддитивных технологий

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

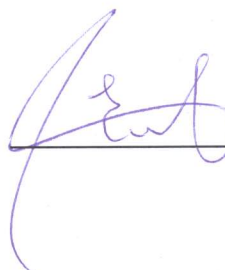
Институт Инженерно-строительный институт

Кафедра Строительного материаловедения, изделий и конструкций

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.04.01 Строительство (уровень магистратуры), утверждённого Приказом Минобрнауки России от 31.05.2017 N 482, с дополнениями и изменениями от 8 февраля 2021 г.;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент.



М.Ю. Елистраткин

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 13 » 05 2021 г., протокол № 14

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.

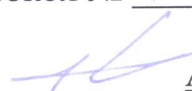


В.С. Лесовик

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 27 » 05 2021 г., протокол № 10

Председатель канд. техн. наук, доцент



А.Ю. Феоктистов

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные	ПК-3 Способен организовывать и управлять технологическим процессом производства строительных материалов, изделий и конструкций	ПК-3.4. Разрабатывает мероприятия по корректировке параметров технологических процессов и предупреждению возникновения брака ??	<p>Знать: виды программного обеспечения применяемого для подготовки и осуществления аддитивного строительного производства</p> <p>Уметь: осуществлять разработку и модификацию 3D моделей для аддитивного изготовления строительных конструкций и их слайсирование с учётом особенностей применяемого оборудования и решаемой задачи</p> <p>Владеть: практическими навыками по созданию управляющего кода для строительных принтеров, его проверки, корректировки и загрузки в контроллер установки</p>
		ПК-3.7. Осуществляет контроль соблюдения правил эксплуатации технологического оборудования	<p>Знать: принципы управления процессами аддитивного изготовления строительных конструкций позволяющие исключить непосредственное участие человека в производственном процессе и минимизировать риски в процессе обслуживания комплексов строительной печати</p> <p>Уметь: осуществлять полный цикл работы по подготовке модели к её воплощению в материале, обеспечивая минимальное негативное воздействие на экологию района строительства</p> <p>Владеть: практическими навыками работы с программным обеспечением по созданию модели, её адаптации к фактически применяемому оборудованию, формированию рабочего кода для устройства строительной печати с учётом обеспечения безопасного ведения работ и профилактики производственного травматизма</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. **Компетенция** ПК-3 Способен организовывать и управлять технологическим процессом производства строительных материалов, изделий и конструкций

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	3D аддитивные технологии в строительстве
1	Геоника (геометика) как фундаментальная основа строительного материаловедения
2	Геоника и формообразование в архитектуре
2	Проектирование технологий строительных материалов и изделий

3	Технологии нового поколения
3	Программное обеспечение 3D аддитивных технологий
3	Эффективные строительные композиты для 3D аддитивных технологий
3	Экологические проблемы современных технологий
3	Повторное использование композиционных материалов
4	Производственная технологическая практика (12)
4	Производственная преддипломная практика (4)
4	Защита выпускной квалификационной работы, включая подготовку к процедуре защиты и процедуру защиты (6)

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единицы, 144 часа.

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 1
Общая трудоемкость дисциплины, час	144	144
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические	-	-
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	89	89
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	9	9
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	44	44
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
Курс 2 Семестр 3					
1. Организационно-технические принципы аддитивного строительства					

	Роль и место аддитивных технологий в современном строительстве. Возможности применения строительной печати в заводских условиях. Способы ведения аддитивного строительства на стройплощадке. Инфраструктура для обеспечения процесса строительной печати. Расходные материалы. Безопасность технологических процессов строительной печати.	3	-	-	2
2. Основные типы оборудования и управляющих систем строительной печати					
	Практически реализуемые и перспективные способы аддитивного получения строительных конструкций. Ведущие Российские и зарубежные производители оборудования для строительной печати. Особенности применяемых программно-аппаратных комплексов управления производственным процессом строительной печати.	2	6	-	6
3. Стадийность цифровой подготовки процесса строительной печати					
	Цели и содержание процесса подготовки к строительной печати. Основные этапы процесса подготовки и их назначение. Требования к результату.	2	-	-	2
4. Создание компьютерной модели объекта печати					
	Понятие компьютерной модели объекта печати. Виды компьютерных моделей. Масштабируемость и степень детализации моделей. Способы представления криволинейных поверхностей в моделях. Коммерческие и свободные программы для создания 3D моделей. Вэб сервисы для создания 3D моделей. Форматы файлов представления 3D моделей.	2	6	-	8
5. Адаптация компьютерной модели к особенностям строительного принтера					
	Суть процедуры адаптации модели к особенностям применяемого оборудования. Упрощение модели в зависимости от разрешения печати. Упрощение модели для повышения эффективности работы оборудования. Решение «висячих» элементов.	2	6	-	8
6. Разрезка модели на слои					
	Назначение процедуры слайсинга модели. Параметры разрезки модели на слои. Связь толщины слоя, скорости печати, свойств формовочной смеси. Программы для слайсинга моделей. Форматы файлов представления результатов слайсинга.	2	6	-	8
7. Формирование исполнительного кода для устройства строительной печати					
	Роль и задачи программы-драйвера печати. Требования к входным данным и форматы их представления для программного обеспечения различных производителей оборудования. Программы эмуляторы печати. Прогнозирование качества печати путём ремоделирования объекта печати.	2	8	-	8
8. Интеграция систем строительной печати в концепцию BIM строительства					
	Сущность концепции BIM строительства. Основные структурные элементы BIM среды. Программное обеспечение реализации BIM моделей. Интеграция программного обеспечения поддержки строительной печати в BIM системы.	2	-	-	2
Всего:		17	34	—	44

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрены учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Основные типы оборудования и управляющих систем строительной печати	Изучение основных видов и способов осуществления строительной печати	6	6
2	Создание компьютерной модели объекта печати	Разработка компьютерной 3D модели строительного изделия или конструкции	6	6
3	Адаптация компьютерной модели к особенностям строительного принтера	Оптимизация компьютерной модели под особенности применяемого строительного принтера	6	6
4	Разрезка модели на слои	Изучение влияния заданных параметров формирующего устройства и способа прорисовки на слайсинг модели	6	6
5	Формирование исполнительного кода для устройства строительной печати	Изучение основных команд и оптимизация исполнительного кода строительной печати	8	8
	ИТОГО		34	34

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание индивидуальных домашних заданий

Цель ИДЗ – расширить и закрепить знания, полученные студентами при изучении теоретического курса.

Задание. Программное обеспечение для 3D аддитивных технологий

Необходимо подготовить лекцию по одной из следующих тем:

1. Программное обеспечение для создания 3D моделей строительных конструкций.
2. Программное обеспечение для подготовки моделей строительных конструкций к изготовлению на установке строительной 3D печати.
3. Программное обеспечение для осуществления процесса печати

строительных конструкций.

Лекция должна затрагивать следующие вопросы:

1. Общая информация о процессе послойного формования строительных изделий и конструкций.
2. Виды и классификация ПО для обеспечения печати строительных конструкций.
3. Тематический раздел.
4. Перспективы и направления совершенствования программного обеспечения для 3D аддитивных технологий.

Объем лекции 4...5 стр.

По лекции необходимо приготовить презентацию на 8...10 слайдов.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. **Компетенция** ПК-3 Способен организовывать и управлять технологическим процессом производства строительных материалов, изделий и конструкций

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-3.4.Разрабатывает мероприятия по корректировке параметров технологических процессов и предупреждению возникновения брака	Экзамен, защита лабораторной работы, защита ИДЗ
ПК-3.7. Осуществляет контроль соблюдения правил эксплуатации технологического оборудования	Экзамен, защита лабораторной работы, защита ИДЗ

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Организационно-технические принципы аддитивного строительства	1. Роль и место аддитивных технологий в современном строительстве. 2. Возможности применения строительной печати в заводских условиях. 3. Способы ведения аддитивного строительства на стройплощадке. 4. Инфраструктура для обеспечения процесса строительной печати. 5. Основные элементы (блоки) технологической схемы изготовления изделий и конструкций с помощью

		<p>строительной печати.</p> <p>6. Роль компьютерной подготовки строительной печати в обеспечении качества и экономичности строительной печати.</p>
2	Основные типы оборудования и управляющих систем строительной печати	<p>1. Практически реализуемые и перспективные способы аддитивного получения строительных конструкций.</p> <p>2. Ведущие Российские и зарубежные производители оборудования для строительной печати.</p> <p>3. Особенности программно-аппаратных комплексов управления производственным процессом строительной печати, применяемых отечественными и зарубежными производителями оборудования.</p> <p>4. Основные принципы перемещения формующих устройств обеспечивающие максимальную эффективность при решении различных задач.</p> <p>5. Технические средства перемещения формующих устройств, их приводы и особенности процессов управления ими.</p> <p>6. Способы управления подачей формовочной смеси в зависимости от особенностей её свойств.</p> <p>7. Способы контроля расхода бетонной смеси для организации обратной связи в процедуре управления процессом печати.</p> <p>8. Назначение и виды обратных связей в робототехнических системах, способы их реализации.</p>
3	Стадийность цифровой подготовки процесса строительной печати	<p>1. Содержание процесса подготовки к строительной печати.</p> <p>2. Основные этапы процесса цифровой подготовки строительной печати и их назначение.</p> <p>3. Требования к результату осуществления цифровой подготовки строительной печати, основные критерии оценивания.</p> <p>4. Факторы влияния типа и технологии изготовления строительной конструкции, требующие учёта на стадии цифровой подготовки.</p> <p>5. Учёт вопросов безопасности технологических процессов на стадии цифровой подготовки печати.</p>
4	Создание компьютерной модели объекта печати	<p>1. Что такое компьютерная модель объекта печати? Виды компьютерных моделей применяемых в 3D печати.</p> <p>2. Масштабируемость и степень детализации моделей. Способы представления криволинейных поверхностей в моделях.</p> <p>3. Коммерческие и свободные программы, веб сервисы для создания 3D моделей. Форматы файлов представления 3D моделей.</p> <p>4. Оценка качества полученной модели.</p> <p>5. Особенности создания моделей 3D объектов путём сборки из блоков и путём свободного конструирования.</p>

5	Адаптация компьютерной модели к особенностям строительного принтера	<p>1. Какие параметры применяемого для печати оборудования необходимо учитывать при адаптации модели? Учёт разрешения строительного принтера при адаптации модели.</p> <p>3. Факторы, влияющие на скорость строительной печати. Какие элементы предпочтительно применять при создании моделей для обеспечения высокой скорости печати?</p> <p>4. Элементы моделей, негативно влияющие на скорость печати. Способы упрощения компьютерных моделей. Организационно-технологические решения, способствующие повышению скорости печати.</p> <p>5 Адаптация модели для практической реализации наклонных и горизонтальных пролётных элементов. Технические подходы к обеспечению печати таких элементов.</p>
6	Разрезка модели на слои	<p>1. Назначение процедуры и параметры слайсинга модели. Связь толщины слоя, скорости печати, свойств формовочной смеси.</p> <p>2. Коммерческие и бесплатные программы для слайсинга моделей.</p>
7	Формирование исполнительного кода для устройства строительной печати	<p>1. Роль и задачи решаемые программой-драйвером печати.</p> <p>2. Требования к входным данным для формирования исполнительного кода. Форматы представления входных данных для программного обеспечения различных производителей оборудования.</p> <p>3. Что понимается под эмуляцией процесса печати? Программы эмуляторы печати.</p> <p>4. Проприетарные и унифицированные открытые форматы сохранения исполнительного кода.</p>
8	Интеграция систем строительной печати в концепцию BIM строительства	<p>1. Сущность концепции BIM строительства. Основные структурные элементы BIM среды.</p> <p>2. Программное обеспечение реализации BIM моделей. Интеграция программного обеспечения поддержки строительной печати в BIM системы.</p> <p>3. Перспективы применения BIM технологий строительства.</p>

Промежуточная аттестация осуществляется в конце изучения дисциплины в форме экзамена.

Экзамен заключается в предоставлении развёрнутых ответов на два теоретических вопроса. Для подготовки к ответу на вопросы билета, который студент вытаскивает случайным образом, отводится время в пределах 60 минут. После ответа на теоретические вопросы билета, преподаватель задает дополнительные вопросы.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов режиме. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Типовой вариант экзаменационного билета

Министерство образования и науки Российской Федерации ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Инженерно-строительный институт Кафедра СМИиК
Дисциплина «Программное обеспечение 3D аддитивных технологий»
Экзаменационный билет № 1
1. Факторы, влияющие на скорость строительной печати. Какие элементы предпочтительно применять при создании моделей для обеспечения высокой скорости печати?
2. Роль компьютерной подготовки строительной печати в обеспечении качества и экономичности строительной печати.
Рассмотрено и одобрено на заседании кафедры <i>xx.xx.xx</i> г протокол № __
Зав. кафедрой _____ В.С. Лесовик

**5.2.2. Перечень контрольных материалов
для защиты курсового проекта/ курсовой работы**

Не предусмотрено учебным планом.

**5.3. Типовые контрольные задания (материалы)
для текущего контроля в семестре**

Текущий контроль осуществляется в течение семестра при проведении лабораторных и практических занятий, расчётно-графических заданий.

Лабораторные работы. В заданиях к лабораторным работам, обозначены цель и задачи, а также методики по их решению при выполнении лабораторных работ.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания и оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования (устного опроса) преподавателя со студентом по теме лабораторной работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты лабораторных работ представлен в таблице.

Примерный перечень контрольных вопросов для собеседования

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Изучение основных видов и способов осуществления строительной печати	1. Роль и место аддитивных технологий в современном строительстве. 2. Возможности применения строительной

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>печати в заводских условиях.</p> <p>3. Способы ведения аддитивного строительства на стройплощадке.</p> <p>4. Инфраструктура для обеспечения процесса строительной печати.</p> <p>5. Расходные материалы для строительной печати.</p> <p>6. Для изготовления каких типов конструкций и изделий строительная печать наиболее выгодна?</p> <p>7. Основные требования к смесям для строительной печати в зависимости от особенностей решаемой задачи.</p> <p>8. Требования к смесям для строительной печати в зависимости от условий окружающей среды её применения.</p> <p>9. Основные элементы (блоки) технологической схемы изготовления изделий и конструкций с помощью строительной печати.</p> <p>10. Наиболее значимые технологические операции и их параметры определяющие качество и экономичность строительной печати.</p> <p>11. Основные принципы перемещения формующих устройств обеспечивающие максимальную эффективность при решении различных задач.</p> <p>12. Технические средства перемещения формующих устройств, их приводы и особенности процессов управления ими.</p> <p>13. Способы управления подачей формовочной смеси в зависимости от особенностей её свойств.</p> <p>14. Способы контроля расхода бетонной смеси для организации обратной связи в процедуре управления процессом печати.</p> <p>15. Назначение и виды обратных связей в робототехнических системах, способы их реализации.</p>
2.	Разработка компьютерной 3D модели строительного изделия или конструкции	<p>1. Содержание процесса подготовки к строительной печати.</p> <p>2. Основные этапы процесса цифровой подготовки строительной печати.</p> <p>3. Факторы влияния типа изготавливаемой строительной конструкции, учитываемые на стадии цифровой подготовки.</p> <p>4. Что такое компьютерная модель объекта печати?</p> <p>5. Виды компьютерных моделей применяемых в 3D печати.</p> <p>6. Масштабируемость и степень детализации моделей.</p> <p>7. Способы представления криволинейных поверхностей в моделях.</p> <p>8. Коммерческие программы для создания 3D</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>моделей.</p> <p>9. Свободные программы для создания 3D моделей.</p> <p>10. Вэб сервисы для создания 3D моделей.</p> <p>11. Форматы файлов представления 3D моделей.</p> <p>12. Оценка качества полученной модели.</p> <p>13. Особенности создания моделей 3D объектов путём сборки из блоков.</p> <p>14. Особенности создания моделей 3D объектов путём свободного конструирования.</p> <p>15. Особенности создания моделей 3D объектов путём математического конструирования (фракталы и др.).</p>
3.	Оптимизация компьютерной модели под особенности применяемого строительного принтера	<p>1. Какие параметры применяемого для печати оборудования необходимо учитывать при адаптации модели?</p> <p>2. Влияние вида применяемого для строительной печати материала на процесс её цифровой подготовки.</p> <p>3. Влияние вида и назначения печатаемой конструкции на процесс её цифровой подготовки.</p> <p>4. Учёт разрешения строительного принтера при адаптации модели.</p> <p>5. Факторы, влияющие на скорость строительной печати.</p> <p>6. Какие элементы предпочтительно применять при создании моделей для обеспечения высокой скорости печати?</p> <p>7. Элементы моделей, негативно влияющие на скорость печати.</p> <p>8. Способы упрощения компьютерных моделей.</p> <p>9. Организационно-технологические решения, способствующие повышению скорости печати.</p> <p>10. Адаптация модели для практической реализации наклонных пролётных элементов.</p> <p>11. Адаптация модели для обеспечения практической реализации горизонтальных пролётных элементов.</p> <p>12. Что такое висячие элементы моделей?</p> <p>13. Способы практической реализации горизонтальных элементов моделей.</p>
4.	Изучение влияния заданных параметров формующего устройства и способа прорисовки на слайсинг модели	<p>1. Назначение процедуры слайсинга модели.</p> <p>2. Параметры разрезки модели на слои.</p> <p>3. Связь толщины слоя, скорости печати, свойств формовочной смеси.</p> <p>4. Коммерческие программы для слайсинга моделей.</p> <p>5. Бесплатные программы для слайсинга моделей.</p> <p>6. Форматы файлов представления результатов</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>слайсинга.</p> <p>7. Конвертация файлов с результатами слайсинга моделей в различные форматы.</p> <p>8. Какие решения применяются при слайсинге для элементов меньших технического разрешения строительного принтера.</p> <p>9. Возможно ли полное восстановление модели по результатам слайсинга?</p> <p>10. Аппаратные требования к ПК для осуществления процедуры разбивки модели на слои.</p>
5.	Изучение основных команд и оптимизация исполнительного кода строительной печати	<p>1. Роль и задачи решаемые программой-драйвером печати.</p> <p>2. Требования к входным данным для формирования исполнительного кода.</p> <p>3. Форматы представления входных данных для программного обеспечения различных производителей оборудования.</p> <p>4. Что понимается под эмуляцией процесса печати?</p> <p>5. Программы эмуляторы печати.</p> <p>6. Прогнозирование качества печати путём ремоделирования объекта печати.</p> <p>7. Дополнительные функции и возможности обеспечиваемые драйверами печати.</p> <p>8. Проприетарные и унифицированные открытые форматы сохранения исполнительного кода.</p>

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	виды программного обеспечения применяемого для подготовки и осуществления аддитивного строительного производства
	принципы управления процессами аддитивного изготовления строительных конструкций позволяющие исключить непосредственное участие человека в производственном процессе и минимизировать риски в процессе обслуживания комплексов строительной печати
Умения	осуществлять разработку и модификацию 3D моделей для аддитивного изготовления строительных конструкций и их слайсирование с учётом особенностей применяемого оборудования и решаемой задачи
	осуществлять полный цикл работы по подготовке модели к её воплощению в материале, обеспечивая минимальное негативное воздействие на экологию района строительства
Навыки	практическими навыками по созданию управляющего кода для строительных принтеров, его проверки, корректировки и загрузки в контроллер установки
	практическими навыками работы с программным обеспечением по созданию модели, её адаптации к фактически применяемому оборудованию, формированию рабочего кода для устройства строительной печати с учётом обеспечения безопасного ведения работ и профилактики производственного травматизма

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Виды программного обеспечения применяемого для подготовки и осуществления аддитивного строительного производства	Не знает виды программного обеспечения применяемого для подготовки и осуществления аддитивного строительного производства	Знает виды программного обеспечения применяемого для подготовки и осуществления аддитивного строительного производства. Не полностью владеет теоретическим материалом	Знает виды программного обеспечения применяемого для подготовки и осуществления аддитивного строительного производства. Ответил на теоретические вопросы с небольшими неточностями	Знает виды программного обеспечения применяемого для подготовки и осуществления аддитивного строительного производства. Правильно отвечает на дополнительные вопросы.
Принципы управления процессами аддитивного изготовления строительных конструкций позволяющие исключить непосредственное участие человека в производственном процессе и минимизировать риски в процессе обслуживания комплексов строительной печати	Не знает принципы управления процессами аддитивного изготовления строительных конструкций позволяющие исключить непосредственное участие человека в производственном процессе и минимизировать риски в процессе обслуживания комплексов строительной печати	Знает принципы управления процессами аддитивного изготовления строительных конструкций позволяющие исключить непосредственное участие человека в производственном процессе и минимизировать риски в процессе обслуживания комплексов строительной печати, при этом он может не знать деталей, допускает недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	Знает принципы управления процессами аддитивного изготовления строительных конструкций позволяющие исключить непосредственное участие человека в производственном процессе и минимизировать риски в процессе обслуживания комплексов строительной печати. При ответе на вопросы обучающийся допускает несущественные неточности.	Знает принципы управления процессами аддитивного изготовления строительных конструкций позволяющие исключить непосредственное участие человека в производственном процессе и минимизировать риски в процессе обслуживания комплексов строительной печати. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Осуществлять разработку и модификацию 3D моделей для аддитивного изготовления строительных конструкций и их слайсирование с учётом особенностей применяемого оборудования и решаемой задачи	Не умеет осуществлять разработку и модификацию 3D моделей для аддитивного изготовления строительных конструкций и их слайсирование с учётом	Умеет осуществлять разработку и модификацию 3D моделей для аддитивного изготовления строительных конструкций и их слайсирование с учётом	Умеет осуществлять разработку и модификацию 3D моделей для аддитивного изготовления строительных конструкций и их слайсирование с учётом	Умеет осуществлять разработку и модификацию 3D моделей для аддитивного изготовления строительных конструкций и их слайсирование с учётом

	особенностей применяемого оборудования и решаемой задачи	особенностей применяемого оборудования и решаемой задачи. При ответе на вопрос обучающийся допускает серьёзные ошибки, неточные формулировки, ошибочное использование терминов	особенностей применяемого оборудования и решаемой задачи, но допускает несущественные неточности в ответе на вопросы.	особенностей применяемого оборудования и решаемой задачи, ссылаясь при этом на нормативные документы и дополнительную литературу. Не затрудняется с ответом на дополнительные вопросы
Осуществлять полный цикл работы по подготовке модели к её воплощению в материале, обеспечивая минимальное негативное воздействие на экологию района строительства	Не умеет осуществлять полный цикл работы по подготовке модели к её воплощению в материале, обеспечивая минимальное негативное воздействие на экологию района строительства	Умеет осуществлять полный цикл работы по подготовке модели к её воплощению в материале, обеспечивая минимальное негативное воздействие на экологию района строительства, при этом он может не знать деталей, допускать недостаточно правильные формулировки и существенные погрешности	Умеет осуществлять полный цикл работы по подготовке модели к её воплощению в материале, обеспечивая минимальное негативное воздействие на экологию района строительства, но допускает несущественные неточности в ответе на вопросы.	Умеет осуществлять полный цикл работы по подготовке модели к её воплощению в материале, обеспечивая минимальное негативное воздействие на экологию района строительства. Последовательно, исчерпывая и чётко обосновывает принятые решения, свободно увязывает теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение практическими навыками по созданию управляющего кода для строительных принтеров, его проверки, корректировки и загрузки в контроллер установки	Не владеет практическими навыками по созданию управляющего кода для строительных принтеров, его проверки, корректировки и загрузки в контроллер установки	Владеет практическими навыками по созданию управляющего кода для строительных принтеров, его проверки, корректировки и загрузки в контроллер установки, но игнорирует существенные детали, допускает неточности	Владеет практическими навыками по созданию управляющего кода для строительных принтеров, его проверки, корректировки и загрузки в контроллер установки, но допускает несущественные погрешности в ответе на вопрос	Владеет практическими навыками по созданию управляющего кода для строительных принтеров, его проверки, корректировки и загрузки в контроллер установки. При ответе на вопрос обучающийся ссылается на литературу и нормативные документы. Не затрудняется с ответом на

				дополнительные вопросы.
Владение практическими навыками работы с программным обеспечением по созданию модели, её адаптации к фактически применяемому оборудованию, формированию рабочего кода для устройства строительной печати с учётом обеспечения безопасного ведения работ и профилактики производственного травматизма	Не владеет практическими навыками работы с программным обеспечением по созданию модели, её адаптации к фактически применяемому оборудованию, формированию рабочего кода для устройства строительной печати с учётом обеспечения безопасного ведения работ и профилактики производственного травматизма	Владеет практическими навыками работы с программным обеспечением по созданию модели, её адаптации к фактически применяемому оборудованию, формированию рабочего кода для устройства строительной печати с учётом обеспечения безопасного ведения работ и профилактики производственного травматизма, однако допускает неточности и не знает деталей	Владеет практическими навыками работы с программным обеспечением по созданию модели, её адаптации к фактически применяемому оборудованию, формированию рабочего кода для устройства строительной печати с учётом обеспечения безопасного ведения работ и профилактики производственного травматизма, при ответе на вопрос может допускать небольшие неточности	Владеет практическими навыками работы с программным обеспечением по созданию модели, её адаптации к фактически применяемому оборудованию, формированию рабочего кода для устройства строительной печати с учётом обеспечения безопасного ведения работ и профилактики производственного травматизма. Использует в ответе дополнительный материал, без труда отвечает на дополнительные вопросы.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1.	Компьютерный зал университета ГУК 509 или УК2 410	Переносная или стационарная техника для демонстрации презентаций. Компьютеры с установленной программой AutoCAD любой актуальной версии и доступом к сети Интернет
2.	Лекционная аудитория, УК2 213, ГУК 105	Переносная или стационарная техника для демонстрации презентаций.
3.	УК2 207 Помещение для самостоятельной работы студентов	-

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1.	Пакет офисных программ Microsoft Office 2013	Лицензия: 31401445414 от 25.09.2014
2.	Autodesk Autocad	Лицензия:

3.	SketchUp	Свободный доступ
4.	Cura	Свободный доступ
5.	PronterFace	Свободный доступ

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Тупик Н.В. Компьютерное моделирование [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Тупик. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2013. — 230 с.

2. Зенкин, В.И. Практический курс математического и компьютерного моделирования [Текст] : учебно-практическое пособие / Зенкин В. И. - Калининград : Российский государственный университет им. Иммануила Канта, 2006. - 152 с.

3. Санина Е.И. Оптимизация самообразования средствами коммуникативных и информационных технологий [Текст] : монография / Санина Е. И. - Москва : Российский университет дружбы народов, 2012. - 168 с.

4. Данилов, А. М. Математическое и компьютерное моделирование сложных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / Данилов А. М. - Пенза : Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, ЭБС АСВ, 2011. - 296 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Электронно-библиотечная система «Лань»	http://e.lanbook.com
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Официальный сайт компании "КонсультантПлюс"	http://www.consultant.ru/
Электронный журнал «Информационный бюллетень – нормирование и стандартизация в строительстве»	http://www.snip.ru/
Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова	http://elib.bstu.ru/
Киберленинка - интегратор научно-технической информации со свободным доступом.	http://www.CyberLeninka.ru
Российский информационно-научный центр, каталог научных публикаций с частично свободным доступом к полным текстам материалов.	http://www.elibrary.ru
Государственный образовательный портал со свободным доступом к учебным и научным материалам	http://www.window.edu.ru

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО