

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

УТВЕРЖДАЮ  
Директор инженерно-строительного  
института  
  
В.А. Уваров  
« 27 » 09 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**

**Аддитивно-модульное производство**

направление подготовки:

08.03.01. Строительство

Направленность программы (профиль):

Информационно-строительный инжиниринг

Квалификация

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: Инженерно-строительный институт

Кафедра: Экспертизы и управления недвижимостью

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 31 мая 2017 г. № 481.
  - учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2019 году.

Составитель: ст.преп.  (А.В. Долженко)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 22 » 09 2021 г., протокол № 2

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Наумов А.Е.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
экспертизы и управления недвижимостью

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент  (Наумов А.Е.)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 23 » 09 2021 г., протокол № 2

Председатель: к.т.н., 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 (экспертно-аналитический)	ПК-5 Способность осуществлять камеральную обработку и формализацию результатов прикладных исследований, обследований, испытаний в виде отчетов и проектной продукции	ПК-5.1. Анализирует результаты проведенных исследований, обследований, испытаний для выбора методики обработки в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— нормативные правовые акты, нормативные технические и руководящие документы, относящиеся к сфере исследований, обследований и испытаний в градостроительной деятельности;</li> <li>— метрология, включая понятия, средства и методы, связанные с объектами и средствами измерения, закономерности формирования результата измерений в сфере градостроительной деятельности;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для камеральной обработки и формализации результатов исследований, обследований и испытаний;</li> <li>— использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— программными технологиями анализа и представления результатов исследований, обследований, испытаний ОКС;</li> <li>— информационными технологиями обработки результатов исследований, обследований и испытаний в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности</li> </ul>

		<p>ПК-5.2. Определяет способы, приемы и средства обработки данных в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методы математической обработки данных;</li> <li>— алгоритмы построения и верификации математических моделей в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— получать и предоставлять необходимые сведения в ходе коммуникаций в контексте профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— моделировать расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— программными продуктами и технологиями обработки данных в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;</li> <li>— алгоритмами и программными технологиями представления и использования данных в инженерно-техническом проектировании ОКС</li> </ul>
--	--	--	--

		<p>ПК-5.3. Выполняет необходимые расчеты, вычисления, агрегацию сведений, включая контроль качества полученных сведений в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы;</li> <li>— систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности;</li> <li>— систему и методы проектирования, создания и эксплуатации объектов капитального строительства, применяемых материалов, изделий и конструкций,</li> </ul> <p><b>Уметь;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— определять параметры имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для моделирования и расчетного анализа для инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— производить расчеты и вычисления по установленным алгоритмам;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— технологиями моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— технологиями расчетного анализа и оценки технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства;</li> </ul>
--	--	--	---

		<p>ПК-5.4. Оформляет результаты обработки данных результатов прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности в установленной форме</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— руководящие документы по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности;</li> <li>— формы представления и форматы обмена данных результатов прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности в установленной форме;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— оформлять и комплектовать документацию для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в соответствии с установленными требованиями;</li> <li>— получать и предоставлять необходимые сведения в ходе коммуникаций в контексте профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— инструментами документирования результатов прикладных исследований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в установленной форме;</li> <li>— инструментами и программными алгоритмами обработки и приведения данных результатов прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности к установленной форме;</li> </ul>
--	--	---	---

<p>Профессиональные (проектные)</p>	<p>ПК-11 Способность проводить моделирование и расчетный анализ для проектных целей и обоснования надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности</p>	<p>ПК-11.1. Осуществляет предварительный анализ сведений об объектах капитального строительства для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b> — систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности; — систему и методы проектирования, создания и эксплуатации объектов капитального строительства, применяемых материалов, изделий и конструкций; — систему понятий, требований, методов разработки и реализации элементов структурного анализа зданий, сооружений, строительных конструкций;</p> <p><b>Уметь:</b> — анализировать и оценивать риски сферы инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности; — находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для моделирования и расчетного анализа для инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности; — определять значимые свойства объектов градостроительной деятельности, их окружения или их частей;</p> <p><b>Владеть:</b> — навыками определения критериев анализа сведений об объекте инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности для выполнения моделирования и расчетного анализа; — технологиями предварительного анализа сведений об объектах капитального строительства, сетях и системах инженерно-технического обеспечения, системе коммунальной инфраструктуры для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</p>
-------------------------------------	---	---	--

		<p>ПК-11.2. Моделирует свойства элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b>  — средства информационно-коммуникационных технологий, в том числе средства автоматизации деятельности, включая автоматизированные информационные системы, в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;  — методы моделирования и типовые модели элементов строительных объектов во взаимодействии с окружающей средой;</p> <p><b>Уметь:</b>  — определять параметры имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;  — моделировать расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</p> <p><b>Владеть:</b>  — методами определения параметров имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;  — методами моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности; —</p>
--	--	---	--

		<p>ПК-11.3. Осуществляет расчетный анализ и оценку технических решений объектов капитального строительства, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методы, приемы и средства численного анализа;</li> <li>— ключевые для инженерно-строительной деятельности понятия метрология, включая термины, средства и методы, связанные с объектами и средствами измерения, закономерности формирования результата измерений;</li> <li>— методы математической обработки данных;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— прогнозировать природно-техногенные опасности, внешние воздействия для оценки и управления рисками применительно к исследуемому объекту для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— анализировать и оценивать технические решения строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства, включая сети и системы инженерно-технического обеспечения и коммунальной инфраструктуры, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— технологиями расчетного анализа и оценки технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— информационными технологиями имплементации результатов расчетного анализа и оценки технических решений в информационные модели объектов капитального строительства;</li> </ul>
--	--	---	---

		<p>ПК-11.4. Документирует результаты разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в установленной форме</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— руководящие документы по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности;</li> <li>— установленные требования к производству строительных и монтажных работ, обеспечению строительства оборудованием, изделиями и материалами и/или изготовления строительных изделий;</li> <li>— средства информационно-коммуникационных технологий, в том числе средства автоматизации деятельности, включая автоматизированные информационные системы, в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> <li>— получать и предоставлять необходимые сведения в ходе коммуникаций в контексте профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> </ul> <p><b>— Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— технологиями документирования результатов разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в установленной форме;</li> <li>— инструментами документирования результатов моделирования и расчетного анализа при производстве работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</li> </ul>
--	--	---	--

Профессиональные (проектные)	ПК-12 Способность формировать, обрабатывать и актуализировать данные структурных элементов информационной модели при решении профильных задач на этапе жизненного цикла ОКС	ПК-12.1. Анализирует технические задания и исходные данные для формирования информационной модели ОКС	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— задачи в соответствии с профилем работы на этапе жизненного цикла ОКС и методы их решения;</li> <li>— цели, задачи и принципы информационного моделирования ОКС;</li> <li>— стандарты и своды правил разработки информационных моделей ОКС;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— использовать цифровой вид исходной информации для создания информационной модели ОКС;</li> <li>— формировать информационную модель ОКС на основе чертежей, табличных форм и текстовых документов;</li> <li>— формировать требования к техническому, информационному и программному обеспечению процессов информационного моделирования ОКС и решения профильных задач;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методами анализ технического задания и исходных данных для формирования информационной модели ОКС;</li> <li>— навыками составления технического задания на разработку компонентов структурных элементов информационной модели ОКС;</li> </ul>
		ПК-12.2. Формирует структурные элементы информационной модели нового или существующего ОКС	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— уровни проработки элементов информационных моделей ОКС;</li> <li>— классификаторы компонентов информационных моделей ОКС;</li> <li>— форматы хранения и передачи данных информационной модели ОКС;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— просматривать и извлекать данные информационных моделей ОКС;</li> <li>— согласовывать решения в процессе коллективной работы с информацией;</li> <li>— оценивать эффективность программного обеспечения для формирования структурных элементов информационной модели;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— инструментами формирования структурных элементов информационной модели нового или существующего ОКС;</li> <li>— технологиями согласования результатов информационного моделирования с другими участниками коллективной работы над проектом информационного моделирования ОКС;</li> <li>— инструментами контроля реализации проекта информационного моделирования ОКС;</li> </ul>

		<p>ПК-12.3. Актуализирует данные и разрабатывает компоненты структурных элементов информационной модели ОКС</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— назначение, состав и структуру плана реализации проекта информационного моделирования ОКС;</li> <li>— назначение среды общих данных информационных моделей ОКС;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— выбирать необходимые компоненты для разработки информационных моделей ОКС;</li> <li>— Заполнять атрибутивные данные элементов информационных моделей ОКС;</li> <li>— обосновывать принятое решение при создании структурных элементов информационной модели ОКС;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методами извлечения и анализа данных информационной модели ОКС;</li> <li>— инструментами актуализации данных структурных элементов информационной модели ОКС;</li> <li>— методами сохранения и передача данных информационной модели ОКС в требуемом формате;</li> </ul>
		<p>ПК-12.4. Решает профильные задачи на этапе жизненного цикла ОКС на основе данных информационных моделей</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методы коллективной работы над единой информационной моделью ОКС;</li> <li>— назначение междисциплинарной координации информационных моделей ОКС;</li> <li>— функции профильного программного обеспечения;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— решать задачи в соответствии с профилем работы на этапе жизненного цикла ОКС;</li> <li>— использовать технологии информационного моделирования при решении задач на этапе жизненного цикла ОКС;</li> <li>— использовать необходимые программные средства для информационного моделирования и решения профильных задач;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— технологиями выполнения инженерно-технических и экономических расчетов, в том числе посредством имитаций различных процессов;</li> <li>— методами принятия решений на основе анализа данных информационной модели ОКС;</li> <li>— технологиями решения профильных задач на этапе жизненного цикла ОКС (изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, капитальный ремонт, снос) на основе данных информационных моделей</li> </ul>

Профессиональные (проектные)	ПК-13 Способность формировать техническую документацию информационной модели ОКС	ПК-13.1. Оформляет виды представления данных информационной модели в соответствии со стандартом применения технологий информационного моделирования	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— форматы хранения и передачи данных информационной модели ОКС;</li> <li>— назначение, состав и структура стандарта применения технологий информационного моделирования ОКС в организации;</li> <li>— назначение, состав и структуру стандарта применения технологий информационного моделирования ОКС в организации;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— отображать данные информационной модели ОКС в графическом и табличном виде;</li> <li>— использовать представление данных информационных в системе электронного документооборота организации;—</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— инструментами формирование видов представления данных информационной модели ОКС;</li> <li>— методами и инструментами оформления видов представления данных информационной модели в соответствии со стандартом применения технологий информационного моделирования ОКС в организации;—</li> </ul>
		ПК-13.2. Формирует и компонует техническую документацию на основе данных структурных элементов информационной модели ОКС	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— основные требования к составу и оформлению технической документации на этапе жизненного цикла ОКС;</li> <li>— принципы и алгоритмы формирования данных структурных элементов информационной модели ОКС;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— формировать требования к техническому и программному обеспечению для выпуска технической документации;</li> <li>— контролировать качество технической документации на основе данных структурных элементов информационной модели;</li> <li>— обеспечивать эффективный обмен данными структурных элементов информационной модели в процессе информационного моделирования ОКС;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методами натурального представления технической документации;</li> <li>— инструментами формирования и компоновки технической документации на основе данных структурных элементов информационной модели ОКС;</li> <li>— инструментами сохранения и передачи технической документации в требуемом электронном формате;</li> </ul>

		ПК-13.3. Организует работы по автоматизации рутинных операций оформления технической документации, актуализации шаблонов программы информационного моделирования ОКС для оформления технической документации	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— методы коллективной работы над единой информационной моделью ОКС;</li> <li>— средства программ информационного моделирования ОКС для выпуска комплекта технической документации;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— осуществлять моделирование структурных элементов информационных моделей ОКС;</li> <li>— использовать технологии параметрического моделирования для создания элементов автоматизации рутинных операций оформления технической документации;</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— технологиями автоматизации рутинных операций создания и оформления технической документации;</li> <li>— навыками разработки и актуализации шаблонов программы информационного моделирования ОКС для оформления технической документации;</li> </ul>
--	--	--	---

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-5 Способность осуществлять камеральную обработку и формализацию результатов прикладных исследований, обследований, испытаний в виде отчетов и проектной продукции.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Инженерная экология
2	Инженерная геодезия
3	Аддитивно-модульное производство
4	Учебная изыскательская практика

2. Компетенция ПК-11 Способность проводить моделирование и расчетный анализ для проектных целей и обоснования надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Производственная преддипломная практика
2	Основания и фундаменты
3	Аддитивно-модульное производство
4	Технический анализ строительных объектов
5	Строительная механика
6	Основы структурного анализа
7	Конструкции гражданских и промышленных зданий

2. Компетенция ПК-12 Способность формировать, обрабатывать и актуализировать данные структурных элементов информационной модели при решении профильных задач на этапе жизненного цикла ОКС.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Параметрическое моделирование
2	Аддитивно-модульное производство
3	Основы работы в виртуальной и дополненной реальности
4	Учебная изыскательская практика

### **3. Компетенция ПК-13 Способность формировать техническую документацию информационной модели ОКС.**

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Параметрическое моделирование
2	Аддитивно-модульное производство
3	Учебная изыскательская практика

### **3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зач. единиц, 144 ч.

Форма промежуточной аттестации: зачет (7 семестр).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	99
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	56	56
лекции	-	-
лабораторные	-	-
практические	51	51
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	3
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	88	88
Курсовой проект	45	45
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	43	43
Зачет	0	0

## 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	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<b>Курс 4, семестр 7</b>					
<b>1. Основы аддитивных технологий</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Общие термины, преимущества и проблемы аддитивных технологий</li> <li>• Классификация методов, систем и установок аддитивных технологий</li> <li>• Физические основы аддитивных технологий</li> </ul>		2		2
<b>2. Общие принципы аддитивного производства</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Введение.</li> <li>• Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. История создания и развития средств автоматизации подготовки и оценки проектной, рабочей и эксплуатационной документации. Алгоритмы применения вычислительной техники в проектной деятельности инженера. Основные функции и ограничения систем автоматизированной подготовки документации.</li> <li>• Общая концепция аддитивного производства Аддитивное производство как развитие концепции быстрого прототипирования. Определение и базовый технологический процесс аддитивного производства. Основные этапы производства деталей приращением. Особенности использования деталей, произведенных аддитивно. Сравнение аддитивного производства и обработки резанием с ЧПУ. Классификация процессов аддитивного производства. Направления развития технологий аддитивного производства.</li> <li>• Реализация и анализ проектных решений методом аддитивного производства</li> <li>• Алгоритм выбора процесса аддитивного производства для определенной задачи. Оценка стоимости прямого цифрового</li> </ul>		4		4

	<p>производства.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Особенности конструирования деталей для производства путем добавления материала. Создание, редактирование и позиционирование в рабочей зоне файлов STL.</li> </ul>				
<b>3. Основные разновидности технологий аддитивного производства</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Технология многоструйного моделирования (MJM)</li> <li>• Цветная струйная печать (CJP)</li> <li>• Цифровая светодиодная проекция (DLP)</li> <li>• Струйная трехмерная печать (3DP)</li> <li>• Выборочное лазерное спекание (SLS)</li> <li>• Масочная стереолитография (SGC)</li> </ul>		4		4
<b>4. Создание и корректировка компьютерной (цифровой) модели</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Введение в оцифровку реальных Объектов.</li> <li>• Изучение основных методов создания и корректировки компьютерных моделей</li> <li>• Средства создания и корректировки компьютерных моделей</li> <li>• Особенности конструирования деталей для аддитивного производства. Параметрическое и прямое моделирование. Точность экспорта геометрических данных в формат stl.</li> </ul>		8		8
<b>5. Технологии быстрого прототипирования</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Фотополимеризация. История и развитие фотополимеров. Конфигурации процессов фотополимеризации: векторное сканирование, проецирование трафарета, двухфотонные подходы. Описание применяемых материалов и процессов.</li> <li>• Экструзия. Осаждение. Описание составных частей процесса: загрузка материала, сжижение, экструзия, затвердевание, контроль позиции. Описание различных систем и установок, использующих методы экструзии для аддитивного производства.</li> <li>• Ламинирование. Спекание порошковой подложки. Описание процесса ламинирования листовых материалов. Описание процесса избирательного лазерного спекания. Классификация процессов спекания. особенности работы с порошком для спекания.</li> <li>• Процессы печати. Развитие печати как процесса аддитивного производства. Описание процесса, его преимущества и недостатки. Вид капель. Технология трехмерной печати.</li> <li>• Рекомендации по выбору аддитивной технологии. Методы отбора. Подходы к</li> </ul>		18		17

	определению целесообразности. Управление и планирование производством.				
<b>6. Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Основы прототипирования</li> <li>• Технология 3D печати методом послойного наплавления</li> <li>• Технология 3D печати методом стереолитографии</li> <li>• Технология 3D печати методом многоструйного моделирования</li> </ul> Прототипирование в индустрии		4		2
<b>7. Технологические процессы аддитивного производства</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Классификация порошков</li> <li>• Технологические параметры процессов аддитивного производства</li> <li>• Физические основы и технологические процессы трехмерной печати</li> </ul>		3		2
<b>8. Методы лазерного аддитивного производства</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Физические основы селективного лазерного спекания (СЛС)</li> <li>• Аддитивное производство методами селективного лазерного плавления</li> <li>• Аддитивное производство методами лазерной наплавки</li> <li>• Методы исследования и оптимизации аддитивных процессов</li> </ul>		4		2
<b>9. Практическое применение аддитивного производства</b>					
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Практическое применение аддитивного производства</li> <li>• Применение аддитивного производства для создания презентационных и функциональных моделей проектируемых изделий. Изготовление методом аддитивного производства инструментов (литейных форм). Реверс-инжиниринг. Прямое цифровое производство.</li> </ul>		4		2
<b>10. Эксплуатация установок для аддитивного производства</b>					
	<b>ВСЕГО:</b>		51		43
	<b>ИТОГО:</b>		<b>51</b>		<b>43</b>

## 4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 7				
1	Основы аддитивных технологий	Сравнительный анализ технологических процессов	2	2
2	Общие принципы аддитивного производства	изготовления детали с использованием классических технологий,	4	4
3	Основные разновидности	механической	4	4

	технологий аддитивного производства	обработки на станке с ЧПУ и аддитивного производства		
4	Создание и корректировка компьютерной (цифровой) модели	Создание STL-файлов на основе CAD моделей и управление точностью представления геометрии	8	8
5	Технологии быстрого прототипирования	Выбор способа аддитивного производства для изготовления определенной детали или узла на основе требуемых характеристик получаемого изделия	18	17
6	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	Проведение анализа конструкции изделий на предмет возможности изготовления с использованием аддитивных технологий	4	2
7	Технологические процессы аддитивного производства	Расчет усадки изделия изготовленного методом наплавления проволоки	3	2
8	Методы лазерного аддитивного производства	Энергетический расчет технологии изготовления детали спеканием титанового порошка с использованием лазера	4	2
9	Практическое применение аддитивного производства	Разработка технологии изготовления детали на основе процесса быстрого прототипирования	4	2
	ВСЕГО:		51	43
	ИТОГО:		51	43

### 4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные занятия учебным планом не предусмотрены.

### 4.4. Содержание курсовой работы

По дисциплине учебным процессом предусмотрено выполнение курсового проекта в течение 7 семестра. Работа выполняется студентами в соответствии с заданием, выданным руководителем. Пояснительная записка должна быть оформлена машинописным текстом на листах формата А4, иметь титульный лист, исходные данные для разработки КП, необходимые рисунки и скриншоты, выводы, список использованных источников, приложения.

В процессе выполнения КП осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета. Защита работы происходит в форме собеседования преподавателя и студента по представленному в ней материалу. Обучающемуся могут быть заданы вопросы по материалам изучаемой дисциплины. Вариант подготовленного КП пересылается на почтовый ящик, указанный преподавателем.

## Семестр 7.

**Цель проекта:** Создание цифровой модели конструкции в соответствии с заданием руководителя, генерация управляющего кода для печати детали, печать детали на 3Д принтере.

**Оформление курсового проекта.** Курсовой проект предоставляется преподавателю для проверки в форме информационных моделей, управляющего кода, изготовленной детали. Курсовой проект должен иметь следующую структуру: титульный лист; задание на курсовой проект, графические материалы, демонстрирующие готовые модели, приложение со ссылкой на готовые цифровые материалы. Срок сдачи КП определяется преподавателем.

### 4.5 Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий учебным планом не предусмотрены.

## 5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 5.1. Реализация компетенций

**1. Компетенция ПК-5 Способность осуществлять камеральную обработку и формализацию результатов прикладных исследований, обследований, испытаний в виде отчетов и проектной продукции**

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-5.1. Анализирует результаты проведенных исследований, обследований, испытаний для выбора методики обработки в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-5.2. Определяет способы, приемы и средства обработки данных в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-5.3. Выполняет необходимые расчеты, вычисления, агрегацию сведений, включая контроль качества полученных сведений в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-5.4. Оформляет результаты обработки данных результатов прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности в установленной форме	зачет, защита КП, тестовый контроль

**2. Компетенция ПК-11 Способность проводить моделирование и расчетный анализ для проектных целей и обоснования надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности.**

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
--	----------------------------------

ПК-11.1. Осуществляет предварительный анализ сведений об объектах капитального строительства для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-11.2. Моделирует свойства элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-11.3. Осуществляет расчетный анализ и оценку технических решений объектов капитального строительства, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-11.4. Документирует результаты разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в установленной форме	зачет, защита КП, тестовый контроль

### **3. Компетенция ПК-12 Способность формировать, обрабатывать и актуализировать данные структурных элементов информационной модели при решении профильных задач на этапе жизненного цикла ОКС.**

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-12.1. Анализирует технические задания и исходные данные для формирования информационной модели ОКС	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-12.2. Формирует структурные элементы информационной модели нового или существующего ОКС	зачет, защита КП, тестовый контроль

### **4. Компетенция ПК-13 Способность формировать техническую документацию информационной модели ОКС.**

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-13.1. Оформляет виды представления данных информационной модели в соответствии со стандартом применения технологий информационного моделирования	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-13.2. Формирует и компонует техническую документацию на основе данных структурных элементов информационной модели ОКС	зачет, защита КП, тестовый контроль
ПК-13.3. Организует работы по автоматизации рутинных операций оформления технической документации, актуализации шаблонов программы информационного моделирования ОКС для оформления технической документации	зачет, защита КП, тестовый контроль

## **5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации**

### **5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий)**

## для экзамена и зачета

### Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
<b>Семестр № 7</b>		
1	Основы аддитивных технологий	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.</li> <li>2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.</li> <li>3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.</li> <li>4. Основные понятия и определения.</li> <li>5. Классификация аддитивных технологий.</li> <li>6. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).</li> <li>7. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.</li> <li>8. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.</li> <li>9. FDM печать композиционных материалов.</li> <li>10. Применения FDM печати.</li> <li>11. Стереолитография.</li> <li>12. Особенности DLP технологии.</li> <li>13. Особенности LCD технологии.</li> <li>14. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.</li> <li>15. Применения стереолитографии.</li> <li>16. MJM технологии.</li> <li>17. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.</li> <li>18. SLS технология.</li> <li>19. Применяемые в SLS материалы и их свойства.</li> <li>20. Применения SLS печати.</li> </ol>
2	Общие принципы аддитивного производства	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.</li> <li>2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.</li> <li>3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.</li> <li>4. Основные понятия и определения.</li> <li>5. Классификация аддитивных технологий.</li> <li>6. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).</li> <li>7. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.</li> <li>8. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.</li> <li>9. FDM печать композиционных материалов.</li> <li>10. Применения FDM печати.</li> <li>11. Стереолитография.</li> <li>12. Особенности DLP технологии.</li> <li>13. Особенности LCD технологии.</li> <li>14. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.</li> <li>15. Применения стереолитографии.</li> <li>16. MJM технологии.</li> </ol>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>17. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.</li> <li>18. SLS технология.</li> <li>19. Применяемые в SLS материалы и их свойства.</li> <li>20. Применения SLS печати.</li> </ul>
3	Основные разновидности технологий аддитивного производства	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.</li> <li>2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.</li> <li>3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.</li> <li>4. Основные понятия и определения.</li> <li>5. Классификация аддитивных технологий.</li> <li>6. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).</li> <li>7. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.</li> <li>8. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.</li> <li>9. FDM печать композиционных материалов.</li> <li>10. Применения FDM печати.</li> <li>11. Стереолитография.</li> <li>12. Особенности DLP технологии.</li> <li>13. Особенности LCD технологии.</li> <li>14. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.</li> <li>15. Применения стереолитографии.</li> <li>16. MJM технологии.</li> <li>17. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.</li> <li>18. SLS технология.</li> <li>19. Применяемые в SLS материалы и их свойства.</li> <li>20. Применения SLS печати.</li> </ul>
4	Создание и коррективировка компьютерной (цифровой) модели	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Контрольно-измерительные машины.</li> <li>2. 3D сканирование.</li> <li>3. Компьютерная томография.</li> <li>4. Конвертация моделей в STL формат.</li> <li>5. Программы-слайсеры.</li> <li>6. Построение поддержек, выполняемые ими функции.</li> <li>7. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.</li> <li>8. Перспективы развития материалов и технологий аддитивного производства в гражданской и военной отраслях.</li> <li>9. Концепция «цифровых двойников».</li> <li>10. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.</li> <li>11. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.</li> </ul>
5	Технологии быстрого прототипирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>12. Контрольно-измерительные машины.</li> <li>13. 3D сканирование.</li> <li>14. Компьютерная томография.</li> <li>15. Конвертация моделей в STL формат.</li> <li>16. Программы-слайсеры.</li> <li>17. Построение поддержек, выполняемые ими функции.</li> <li>18. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.</li> <li>19. Перспективы развития материалов и технологий</li> </ul>

		<p>аддитивного производства в гражданской и военной отраслях.</p> <p>20. Концепция «цифровых двойников».</p> <p>21. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.</p> <p>22. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.</p>
6	Теоретические основы производства изделий методом послойного синтеза	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).</li> <li>2. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.</li> <li>3. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.</li> <li>4. FDM печать композиционных материалов.</li> <li>5. Применения FDM печати.</li> <li>6. Стереолитография.</li> <li>7. Особенности DLP технологии.</li> <li>8. Особенности LCD технологии.</li> <li>9. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.</li> <li>10. Применения стереолитографии.</li> <li>11. MJM технологии.</li> <li>12. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.</li> <li>13. SLS технология.</li> <li>14. Применяемые в SLS материалы и их свойства.</li> <li>15. Применения SLS печати.</li> <li>16. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.</li> <li>17. Селективное лазерное сплавление.</li> <li>18. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.</li> <li>19. Лазерная наплавка.</li> <li>20. Электронно-лучевая плавка.</li> <li>21. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов.</li> <li>22. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства.</li> <li>23. Применения 3D печати металлами.</li> <li>24. Требования к порошкам для 3D печати металлами.</li> </ol>
7	Технологические процессы аддитивного производства	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).</li> <li>2. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.</li> <li>3. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.</li> <li>4. FDM печать композиционных материалов.</li> <li>5. Применения FDM печати.</li> <li>6. Стереолитография.</li> <li>7. Особенности DLP технологии.</li> <li>8. Особенности LCD технологии.</li> <li>9. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.</li> <li>10. Применения стереолитографии.</li> <li>11. MJM технологии.</li> <li>12. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.</li> </ol>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>13. SLS технология.</li> <li>14. Применяемые в SLS материалы и их свойства.</li> <li>15. Применения SLS печати.</li> <li>16. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.</li> <li>17. Селективное лазерное сплавление.</li> <li>18. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.</li> <li>19. Лазерная наплавка.</li> <li>20. Электронно-лучевая плавка.</li> <li>21. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов.</li> <li>22. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства.</li> <li>23. Применения 3D печати металлами.</li> <li>24. Требования к порошкам для 3D печати металлами.</li> </ul>
8	Методы лазерного аддитивного производства	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.</li> <li>2. Селективное лазерное сплавление.</li> <li>3. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.</li> <li>4. Лазерная наплавка.</li> <li>5. Электронно-лучевая плавка.</li> <li>6. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов.</li> <li>7. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства.</li> <li>8. Применения 3D печати металлами.</li> <li>9. Требования к порошкам для 3D печати металлами.</li> <li>10. Газовая атомизация.</li> <li>11. Центробежная атомизация.</li> <li>12. Плазменная сфероидизация.</li> <li>13. Контроль качества металлических порошков для 3D печати.</li> </ul>
9	Практическое применение аддитивного производства	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).</li> <li>2. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.</li> <li>3. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.</li> <li>4. FDM печать композиционных материалов.</li> <li>5. Применения FDM печати.</li> <li>6. Стереолитография.</li> <li>7. Особенности DLP технологии.</li> <li>8. Особенности LCD технологии.</li> <li>9. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.</li> <li>10. Применения стереолитографии.</li> <li>11. MJM технологии.</li> <li>12. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.</li> <li>13. SLS технология.</li> <li>14. Применяемые в SLS материалы и их свойства.</li> <li>15. Применения SLS печати.</li> <li>16. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.</li> <li>17. Селективное лазерное сплавление.</li> </ul>

		18. Процессы, протекающие при сплавлении металлов. 19. Лазерная наплавка. 20. Электронно-лучевая плавка. 21. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов. 22. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства. 23. Применения 3D печати металлами. 24. Требования к порошкам для 3D печати металлами. 25. Газовая атомизация. 26. Центробежная атомизация. 27. Плазменная сфероидизация. 28. Контроль качества металлических порошков для 3D печати. 29. Binder jetting печать. 30. Применяемые в технологии Binderjetting материалы и их свойства. 31. Применения технологии Binder jetting. 32. 3d печать литейных форм. 33. 3d печать мастер моделей. 34. 3d печать выжигаемых моделей. 35. Показатели качества напечатанных деталей. 36. Точность, воспроизводимость и скорость производства при использовании аддитивных технологий. 37. Неизотропность свойств.
--	--	--

### **5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы**

1. Достоинства и недостатки аддитивных технологий.
2. Экономические и экологические аспекты использования аддитивных технологий.
3. Исторические предпосылки появления аддитивных технологий.
4. Основные понятия и определения.
5. Классификация аддитивных технологий.
6. Технология моделирования методом послойной наплавки (FDM).
7. Принцип действия и конструкции FDM принтеров.
8. Применяемые для FDM технологии материалы и их свойства.
9. FDM печать композиционных материалов.
10. Применения FDM печати.
11. Стереолитография.
12. Особенности DLP технологии.
13. Особенности LCD технологии.
14. Применяемые в стереолитографии материалы и их свойства.
15. Применения стереолитографии.
16. MJM технологии.
17. Изготовление керамических изделий методами стереолитографии и их применение.
18. SLS технология.
19. Применяемые в SLS материалы и их свойства.

20. Применения SLS печати.
21. Методы изготовления металлических изделий 3D печатью.
22. Селективное лазерное сплавление.
23. Процессы, протекающие при сплавлении металлов.
24. Лазерная наплавка.
25. Электронно-лучевая плавка.
26. Критерии выбора технологии при изготовлении изделий на основе металлов.
27. Применяемые в 3D печати металлами сплавы и их свойства.
28. Применения 3D печати металлами.
29. Требования к порошкам для 3D печати металлами.
30. Газовая атомизация.
31. Центробежная атомизация.
32. Плазменная сфероидизация.
33. Контроль качества металлических порошков для 3D печати.
34. Binder jetting печать.
35. Применяемые в технологии Binderjetting материалы и их свойства.
36. Применения технологии Binder jetting.
37. 3d печать литейных форм.
38. 3d печать мастер моделей.
39. 3d печать выжигаемых моделей.
40. Показатели качества напечатанных деталей.
41. Точность, воспроизводимость и скорость производства при использовании аддитивных технологий.
42. Неизотропность свойств.
43. Контрольно-измерительные машины.
44. 3D сканирование.
45. Компьютерная томография.
46. Конвертация моделей в STL формат.
47. Программы-слайсеры.
48. Построение поддержек, выполняемые ими функции.
49. Бионический дизайн и топологическая оптимизация.
50. Перспективы развития материалов и технологий аддитивного производства в гражданской и военной отраслях.
51. Концепция «цифровых двойников».
52. Информационные ресурсы и банки данных по аддитивным технологиям.
53. Особенности проектирования изделия под аддитивное производство.
54. Наноматериалы и нанотехнологии в аддитивном производстве.

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестров в форме тестового контроля.

**1. Компетенция ПК-5** Способность осуществлять камеральную обработку и формализацию результатов прикладных исследований, обследований, испытаний в виде отчетов и проектной продукции.

К преимуществам аддитивных технологий можно отнести:

- 1. Возможность кастомизации и персонализации изделий**
- 2. Снижение веса изделия**
- 3. Снижение числа деталей в сборке**
4. Дешевое серийное производство

Какое нижнее значение коэффициента использования материала (КИМ) для аддитивных технологий?

- 1. 50%**
2. 75%
3. 25%

Сколько деталей на данный момент уже произвела и установила компания Airbus на свои самолеты?

1. 15000
- 2. 22000**
3. 30000

В каком формате должна быть сохранена модель для печати?

1. PARASOLID
- 2. STL**
3. STEP

Для пластика ABS характерно следующее свойство:

1. Хрупкий, «похож на стекло», трудно склеить
- 2. Пластичный, легко склеить**
3. Среднее между PLA и PET-G

Какой минимальный угол возможен для построения моделей без применения поддержек

1. 55 градусов
2. 50 градусов
- 3. 45 градусов**

Как скорость печати влияет на качество печати?

1. Не зависит, качество всегда одинаково
- 2. Чем медленнее, тем качественнее**
3. Чем быстрее, тем качественнее

Какие материалы хорошо подходят для печати визуальных макетов?

- 1. PLA**
2. ABS
- 3. PET-G**

Какую толщину стенки можно напечатать при диаметре экструдера 0.4 мм?

1. **0,8 мм**
2. 0,6 мм
3. 0,2 мм
4. **0,4 мм**

Технологию LOM лучше всего использовать для изготовления...

1. **Дизайн-макетов**
2. Функциональных прототипов
3. **Масок**

Какое максимальное количество материалов может быть использовано при использовании Polyjet технологии?

1. 8
2. 4
3. **16**

Какой из видов DLP-технологии экономичнее с точки зрения необходимого количества расходного материала?

1. **Засветка снизу**
2. Засветка сверху

Прямая подача металла характерна для следующей технологии 3D-печати:

1. SLM
2. **DMD**
3. SLS

С какой технологии в 1982 году началось развитие аддитивных технологий?

1. FDM
2. **SLA**
3. SLM

Что входит в полный цикл 3D-печати?

1. Проектирование элементов 3D-принтера
2. **Печать на 3D-принтере**
3. **Постобработка**
4. **Проектирование 3D-модели**
5. **Слайсинг (разбивка модели на слои)**

Напечатанный образец корпуса из PLA-пластика демонстрирует, что в «нормальных условиях» (хранение в офисе) изделие из полилактида за 4 года...

1. **не получило видимых повреждений**
2. перестало быть герметичным в местах стенок с толщиной менее 0,5 мм
3. незначительно деформировалось

Можно ли на настольном экструзионном 3D-принтере изготовить детали для какого-либо оборудования (достаточна ли прочность напечатанных деталей)?

1. Нет
- 2. Да**

Можно ли с одного компьютера управлять пятью и более настольными 3D-принтерами?

- 1. Да**
2. Скорее всего нет, ограничение связано с числом USB-портов компьютера (обычно не более 4)
3. Нет, максимальное ограничение – 2 принтера

**2. Компетенция ПК-11** Способность проводить моделирование и расчетный анализ для проектных целей и обоснования надежности и безопасности объектов градостроительной деятельности.

К преимуществам аддитивных технологий можно отнести:

- 1. Возможность кастомизации и персонализации изделий**
- 2. Снижение веса изделия**
- 3. Снижение числа деталей в сборке**
4. Дешевое серийное производство

Какое нижнее значение коэффициента использования материала (КИМ) для аддитивных технологий?

- 1. 50%**
2. 75%
3. 25%

Сколько деталей на данный момент уже произвела и установила компания Airbus на свои самолеты?

1. 15000
- 2. 22000**
3. 30000

В каком формате должна быть сохранена модель для печати?

1. PARASOLID
- 2. STL**
3. STEP

Для пластика ABS характерно следующее свойство:

1. Хрупкий, «похож на стекло», трудно склеить
- 2. Пластичный, легко склеить**
3. Среднее между PLA и PET-G

Какой минимальный угол возможен для построения моделей без применения поддержек

1. 55 градусов
2. 50 градусов
- 3. 45 градусов**

Как скорость печати влияет на качество печати?

1. Не зависит, качество всегда одинаково
- 2. Чем медленнее, тем качественнее**
3. Чем быстрее, тем качественнее

Какие материалы хорошо подходят для печати визуальных макетов?

- 1. PLA**
2. ABS
- 3. PET-G**

Какую толщину стенки можно напечатать при диаметре экструдера 0.4 мм?

- 1. 0,8 мм**
2. 0,6 мм
3. 0,2 мм
- 4. 0,4 мм**

Технологию LOM лучше всего использовать для изготовления...

- 1. Дизайн-макетов**
2. Функциональных прототипов
- 3. Масок**

Какое максимальное количество материалов может быть использовано при использовании Polyjet технологии?

1. 8
2. 4
- 3. 16**

Какой из видов DLP-технологии экономичнее с точки зрения необходимого количества расходного материала?

- 1. Засветка снизу**
2. Засветка сверху

Прямая подача металла характерна для следующей технологии 3D-печати:

1. SLM
- 2. DMD**
3. SLS

С какой технологии в 1982 году началось развитие аддитивных технологий?

1. FDM
- 2. SLA**
3. SLM

Что входит в полный цикл 3D-печати?

1. Проектирование элементов 3D-принтера
- 2. Печать на 3D-принтере**
- 3. Постобработка**
- 4. Проектирование 3D-модели**

## 5. Слайсинг (разбивка модели на слои)

Напечатанный образец корпуса из PLA-пластика демонстрирует, что в «нормальных условиях» (хранение в офисе) изделие из полилактида за 4 года...

- 1. не получило видимых повреждений**
2. перестало быть герметичным в местах стенок с толщиной менее 0,5 мм
3. незначительно деформировалось

Можно ли на настольном экструзионном 3D-принтере изготовить детали для какого-либо оборудования (достаточна ли прочность напечатанных деталей)?

1. Нет
- 2. Да**

Можно ли с одного компьютера управлять пятью и более настольными 3D-принтерами?

- 1. Да**
2. Скорее всего нет, ограничение связано с числом USB-портов компьютера (обычно не более 4)
3. Нет, максимальное ограничение – 2 принтера

**3. Компетенция ПК-12 Способность формировать, обрабатывать и актуализировать данные структурных элементов информационной модели при решении профильных задач на этапе жизненного цикла ОКС.**

К преимуществам аддитивных технологий можно отнести:

- 1. Возможность кастомизации и персонализации изделий**
- 2. Снижение веса изделия**
- 3. Снижение числа деталей в сборке**
4. Дешевое серийное производство

Какое нижнее значение коэффициента использования материала (КИМ) для аддитивных технологий?

- 1. 50%**
2. 75%
3. 25%

Сколько деталей на данный момент уже произвела и установила компания Airbus на свои самолеты?

1. 15000
- 2. 22000**
3. 30000

В каком формате должна быть сохранена модель для печати?

1. PARASOLID
- 2. STL**
3. STEP

Для пластика ABS характерно следующее свойство:

1. Хрупкий, «похож на стекло», трудно склеить
- 2. Пластичный, легко склеить**
3. Среднее между PLA и PET-G

Какой минимальный угол возможен для построения моделей без применения поддержек

1. 55 градусов
2. 50 градусов
- 3. 45 градусов**

Как скорость печати влияет на качество печати?

1. Не зависит, качество всегда одинаково
- 2. Чем медленнее, тем качественнее**
3. Чем быстрее, тем качественнее

Какие материалы хорошо подходят для печати визуальных макетов?

- 1. PLA**
2. ABS
- 3. PET-G**

Какую толщину стенки можно напечатать при диаметре экструдера 0.4 мм?

- 1. 0,8 мм**
2. 0,6 мм
3. 0,2 мм
- 4. 0,4 мм**

Технологию LOM лучше всего использовать для изготовления...

- 1. Дизайн-макетов**
2. Функциональных прототипов
- 3. Масок**

Какое максимальное количество материалов может быть использовано при использовании Polyjet технологии?

1. 8
2. 4
- 3. 16**

Какой из видов DLP-технологии экономичнее с точки зрения необходимого количества расходного материала?

- 1. Засветка снизу**
2. Засветка сверху

Прямая подача металла характерна для следующей технологии 3D-печати:

1. SLM
- 2. DMD**
3. SLS

С какой технологии в 1982 году началось развитие аддитивных технологий?

1. FDM
2. SLA
3. SLM

Что входит в полный цикл 3D-печати?

1. Проектирование элементов 3D-принтера
2. Печать на 3D-принтере
3. Постобработка
4. Проектирование 3D-модели
5. Слайсинг (разбивка модели на слои)

Напечатанный образец корпуса из PLA-пластика демонстрирует, что в «нормальных условиях» (хранение в офисе) изделие из полилактида за 4 года...

1. не получило видимых повреждений
2. перестало быть герметичным в местах стенок с толщиной менее 0,5 мм
3. незначительно деформировалось

Можно ли на настольном экструзионном 3D-принтере изготовить детали для какого-либо оборудования (достаточна ли прочность напечатанных деталей)?

1. Нет
2. Да

Можно ли с одного компьютера управлять пятью и более настольными 3D-принтерами?

1. Да
2. Скорее всего нет, ограничение связано с числом USB-портов компьютера (обычно не более 4)
3. Нет, максимальное ограничение – 2 принтера

**4. Компетенция ПК-13** Способность формировать техническую документацию информационной модели ОКС.

К преимуществам аддитивных технологий можно отнести:

1. Возможность кастомизации и персонализации изделий
2. Снижение веса изделия
3. Снижение числа деталей в сборке
4. Дешевое серийное производство

Какое нижнее значение коэффициента использования материала (КИМ) для аддитивных технологий?

1. 50%
2. 75%
3. 25%

Сколько деталей на данный момент уже произвела и установила

компания Airbus на свои самолеты?

1. 15000
- 2. 22000**
3. 30000

В каком формате должна быть сохранена модель для печати?

1. PARASOLID
- 2. STL**
3. STEP

Для пластика ABS характерно следующее свойство:

1. Хрупкий, «похож на стекло», трудно склеить
- 2. Пластичный, легко склеить**
3. Среднее между PLA и PET-G

Какой минимальный угол возможен для построения моделей без применения поддержек

1. 55 градусов
2. 50 градусов
- 3. 45 градусов**

Как скорость печати влияет на качество печати?

1. Не зависит, качество всегда одинаково
- 2. Чем медленнее, тем качественнее**
3. Чем быстрее, тем качественнее

Какие материалы хорошо подходят для печати визуальных макетов?

- 1. PLA**
2. ABS
- 3. PET-G**

Какую толщину стенки можно напечатать при диаметре экструдера 0.4 мм?

- 1. 0,8 мм**
2. 0,6 мм
3. 0,2 мм
- 4. 0,4 мм**

Технологию LOM лучше всего использовать для изготовления...

- 1. Дизайн-макетов**
2. Функциональных прототипов
- 3. Масок**

Какое максимальное количество материалов может быть использовано при использовании Polyjet технологии?

1. 8
2. 4
- 3. 16**

Какой из видов DLP-технологии экономичнее с точки зрения необходимого количества расходного материала?

- 1. Засветка снизу**
2. Засветка сверху

Прямая подача металла характерна для следующей технологии 3D-печати:

1. SLM
- 2. DMD**
3. SLS

С какой технологии в 1982 году началось развитие аддитивных технологий?

1. FDM
- 2. SLA**
3. SLM

Что входит в полный цикл 3D-печати?

1. Проектирование элементов 3D-принтера
- 2. Печать на 3D-принтере**
- 3. Постобработка**
- 4. Проектирование 3D-модели**
- 5. Слайсинг (разбивка модели на слои)**

Напечатанный образец корпуса из PLA-пластика демонстрирует, что в «нормальных условиях» (хранение в офисе) изделие из полилактида за 4 года...

- 1. не получило видимых повреждений**
2. перестало быть герметичным в местах стенок с толщиной менее 0,5 мм
3. незначительно деформировалось

Можно ли на настольном экструзионном 3D-принтере изготовить детали для какого-либо оборудования (достаточна ли прочность напечатанных деталей)?

1. Нет
- 2. Да**

Можно ли с одного компьютера управлять пятью и более настольными 3D-принтерами?

- 1. Да**
2. Скорее всего нет, ограничение связано с числом USB-портов компьютера (обычно не более 4)
3. Нет, максимальное ограничение – 2 принтера

#### **5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания**

При промежуточной аттестации в форме дифференцированного зачета, 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	нормативные правовые акты, нормативные технические и руководящие документы, относящиеся к сфере исследований, обследований и испытаний в градостроительной деятельности;
	метрология, включая понятия, средства и методы, связанные с объектами и средствами измерения, закономерности формирования результата измерений в сфере градостроительной деятельности;
	методы математической обработки данных;
	алгоритмы построения и верификации математических моделей в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;
	современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы;
	систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности;
	систему и методы проектирования, создания и эксплуатации объектов капитального строительства, применяемых материалов, изделий и конструкций;
	руководящие документы по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности;
	формы представления и форматы обмена данных результатов прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности в установленной форме;
	систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности;
	систему и методы проектирования, создания и эксплуатации объектов капитального строительства, применяемых материалов, изделий и конструкций;
	систему понятий, требований, методов разработки и реализации элементов структурного анализа зданий, сооружений, строительных конструкций;
	средства информационно-коммуникационных технологий, в том числе средства автоматизации деятельности, включая автоматизированные информационные системы, в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;
	методы моделирования и типовые модели элементов строительных объектов во взаимодействии с окружающей средой;
	методы, приемы и средства численного анализа;
	ключевые для инженерно-строительной деятельности понятия метрология, включая термины, средства и методы, связанные с объектами и средствами измерения, закономерности формирования результата измерений;
	методы математической обработки данных;
	руководящие документы по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности;
	установленные требования к производству строительных и монтажных работ, обеспечению строительства оборудованием, изделиями и материалами и/или изготовления строительных изделий;
	средства информационно-коммуникационных технологий, в том числе средства автоматизации деятельности, включая автоматизированные информационные системы, в области инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;
	задачи в соответствии с профилем работы на этапе жизненного цикла ОКС и методы их решения;
	цели, задачи и принципы информационного моделирования ОКС;
	стандарты и своды правил разработки информационных моделей ОКС;
	уровни проработки элементов информационных моделей ОКС;
	классификаторы компонентов информационных моделей ОКС;
	форматы хранения и передачи данных информационной модели ОКС;
	назначение, состав и структуру плана реализации проекта информационного моделирования ОКС;
	назначение среды общих данных информационных моделей ОКС;
	методы коллективной работы над единой информационной моделью ОКС;
	назначение междисциплинарной координации информационных моделей ОКС;
	функции профильного программного обеспечения;
	форматы хранения и передачи данных информационной модели ОКС;
назначение, состав и структура стандарта применения технологий информационного моделирования ОКС в организации;	
назначение, состав и структуру стандарта применения технологий информационного моделирования ОКС в организации;	
основные требования к составу и оформлению технической документации на этапе жизненного цикла ОКС;	

	принципы и алгоритмы формирования данных структурных элементов информационной модели ОКС;
	методы коллективной работы над единой информационной моделью ОКС;
	средства программ информационного моделирования ОКС для выпуска комплекта технической документации.
Умения	находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для камеральной обработки и формализации результатов исследований, обследований и испытаний;
	использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	получать и предоставлять необходимые сведения в ходе коммуникаций в контексте профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	моделировать расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	определять параметры имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для моделирования и расчетного анализа для инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности;
	производить расчеты и вычисления по установленным алгоритмам;
	оформлять и комплектовать документацию для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в соответствии с установленными требованиями;
	получать и предоставлять необходимые сведения в ходе коммуникаций в контексте профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	анализировать и оценивать риски сферы инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности;
	находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для моделирования и расчетного анализа для инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности;
	определять значимые свойства объектов градостроительной деятельности, их окружения или их частей;
	определять параметры имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	моделировать расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	прогнозировать природно-техногенные опасности, внешние воздействия для оценки и управления рисками применительно к исследуемому объекту для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	анализировать и оценивать технические решения строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства, включая сети и системы инженерно-технического обеспечения и коммунальной инфраструктуры, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности;
	прогнозировать природно-техногенные опасности, внешние воздействия для оценки и управления рисками применительно к исследуемому объекту для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	анализировать и оценивать технические решения строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства, включая сети и системы инженерно-технического обеспечения и коммунальной инфраструктуры, на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности;
использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;	
получать и предоставлять необходимые сведения в ходе коммуникаций в контексте профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;	
использовать цифровой вид исходной информации для создания информационной модели ОКС;	

	<p>формировать информационную модель ОКС на основе чертежей, табличных форм и текстовых документов;</p> <p>формировать требования к техническому, информационному и программному обеспечению процессов информационного моделирования ОКС и решения профильных задач;</p> <p>просматривать и извлекать данные информационных моделей ОКС;</p> <p>согласовывать решения в процессе коллективной работы с информацией;</p> <p>оценивать эффективность программного обеспечения для формирования структурных элементов информационной модели;</p> <p>выбирать необходимые компоненты для разработки информационных моделей ОКС;</p> <p>заполнять атрибутивные данные элементов информационных моделей ОКС;</p> <p>обосновывать принятое решение при создании структурных элементов информационной модели ОКС;</p> <p>решать задачи в соответствии с профилем работы на этапе жизненного цикла ОКС;</p> <p>использовать технологии информационного моделирования при решении задач на этапе жизненного цикла ОКС;</p> <p>использовать необходимые программные средства для информационного моделирования и решения профильных задач;</p> <p>отображать данные информационной модели ОКС в графическом и табличном виде;</p> <p>использовать представление данных информационных в системе электронного документооборота организации;</p> <p>формировать требования к техническому и программному обеспечению для выпуска технической документации;</p> <p>контролировать качество технической документации на основе данных структурных элементов информационной модели;</p> <p>обеспечивать эффективный обмен данными структурных элементов информационной модели в процессе информационного моделирования ОКС;</p> <p>осуществлять моделирование структурных элементов информационных моделей ОКС;</p> <p>использовать технологии параметрического моделирования для создания элементов автоматизации рутинных операций оформления технической документации.</p>
Навыки	<p>программными технологиями анализа и представления результатов исследований, обследований, испытаний ОКС;</p> <p>информационными технологиями обработки результатов исследований, обследований и испытаний в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;</p> <p>программными продуктами и технологиями обработки данных в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности;</p> <p>алгоритмами и программными технологиями представления и использования данных в инженерно-техническом проектировании ОКС;</p> <p>технологиями моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</p> <p>технологиями расчетного анализа и оценки технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства;</p> <p>инструментами документирования результатов прикладных исследований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в установленной форме;</p> <p>инструментами и программными алгоритмами обработки и приведения данных результатов прикладных исследований в сфере инженерно-технического проектирования для градостроительной деятельности к установленной форме;</p> <p>навыками определения критериев анализа сведений об объекте инженерно-технического проектирования объектов градостроительной деятельности для выполнения моделирования и расчетного анализа;</p> <p>технологиями предварительного анализа сведений об объектах капитального строительства, сетях и системах инженерно-технического обеспечения, системе коммунальной инфраструктуры для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</p> <p>методами определения параметров имитационного информационного моделирования, численного анализа для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</p> <p>методами моделирования свойств элементов объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</p> <p>технологиями расчетного анализа и оценки технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства на соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;</p> <p>информационными технологиями имплементации результатов расчетного анализа и оценки технических решений в информационные модели объектов капитального строительства;</p> <p>технологиями расчетного анализа и оценки технических решений строящихся, реконструируемых, эксплуатируемых, сносимых объектов капитального строительства на</p>

	соответствие установленным требованиям качества и характеристикам безопасности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	информационными технологиями имплементации результатов расчетного анализа и оценки технических решений в информационные модели объектов капитального строительства;
	технологиями документирования результатов разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности в установленной форме;
	инструментами документирования результатов моделирования и расчетного анализа при производстве работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;
	методами анализ технического задания и исходных данных для формирования информационной модели ОКС;
	навыками составление технического задания на разработку компонентов структурных элементов информационной модели ОКС;
	инструментами формирования структурных элементов информационной модели нового или существующего ОКС;
	технологиями согласования результатов информационного моделирования с другими участниками коллективной работы над проектом информационного моделирования ОКС;
	инструментами контроля реализации проекта информационного моделирования ОКС;
	методами извлечения и анализа данных информационной модели ОКС;
	инструментами актуализации данных структурных элементов информационной модели ОКС;
	методами сохранение и передача данных информационной модели ОКС в требуемом формате;
	технологиями выполнения инженерно-технических и экономических расчетов, в том числе посредством имитаций различных процессов;
	методами принятия решений на основе анализа данных информационной модели ОКС;
	технологиями решения профильных задач на этапе жизненного цикла ОКС (изыскания, проектирование, строительство, эксплуатация, реконструкция, капитальный ремонт, снос) на основе данных информационных моделей;
	инструментами формирование видов представления данных информационной модели ОКС;
	методами и инструментами оформления видов представления данных информационной модели в соответствии со стандартом применения технологий информационного моделирования ОКС в организации;
	методами натурного представления технической документации;
	инструментами формирования и компоновки технической документации на основе данных структурных элементов информационной модели ОКС;
	инструментами сохранения и передачи технической документации в требуемом электронном формате;
	технологиями автоматизации рутинных операций создания и оформления технической документации;
	навыками разработки и актуализации шаблонов программы информационного моделирования ОКС для оформления технической документации.

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
Знание нормативно правовых актов, нормативных технических и руководящих документов, относящиеся к сфере исследований, обследований и испытаний в градостроительной деятельности	Не знает нормативно правовых актов, нормативных технических и руководящих документов, относящиеся к сфере исследований, обследований и испытаний в градостроительной деятельности	Плохо некоторые нормативно правовые акты, нормативные технические и руководящие документы, относящиеся к сфере исследований, обследований и испытаний в градостроительной деятельности	Хорошо знает некоторые нормативных правовых актов, нормативных технических и руководящих документов, относящиеся к сфере исследований, обследований и испытаний в градостроительной деятельности	На высоком уровне знает основные нормативно правовые акты, нормативно технические и руководящие документы, относящиеся к сфере исследований, обследований и испытаний в градостроительной деятельности
Знание методов, приемов, средств и порядка проведения	Не знает методы, приемы, средства и порядок проведения	Знает некоторые методы, приемы, средства и порядок	Знает основные методы, приемы, средства и порядок проведения	На высоком уровне знает методы, приемы, средства и порядок

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
натурных обследований объектов градостроительной деятельности, установленные требования к таким обследованиям	натурных обследований объектов градостроительной деятельности, установленные требования к таким обследованиям	проведения натурных обследований объектов градостроительной деятельности, установленные требования к таким обследованиям	натурных обследований объектов градостроительной деятельности, установленные требования к таким обследованиям	проведения натурных обследований объектов градостроительной деятельности, установленные требования к таким обследованиям
Знать современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы	Не знает современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы	На начальном уровне знает отдельные современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы;	Знает некоторые современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы	Хорошо знает современные средства автоматизации в сфере градостроительной деятельности, включая автоматизированные информационные системы
Знать систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности	Не знает систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности	Знает отдельные аспекты системы нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности	С незначительными ошибками знает систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности	На высоком уровне знает систему нормирования внешних воздействий в градостроительной деятельности
Знание руководящих документов по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности	Не знает руководящих документов по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности	Знает отдельные положения некоторых руководящих документов по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности	Знает некоторые основные руководящие документы по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности	Знает основные руководящие документы по разработке и оформлению технической документации сферы градостроительной деятельности
Знать методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности для анализа результатов таких работ	Не знает методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности для анализа результатов таких работ	Знает некоторые методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности для анализа результатов таких работ	Знает основные методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности для анализа результатов таких работ	Хорошо знает методы и практические приемы выполнения экспериментальных и теоретических исследований в сфере градостроительной деятельности для анализа результатов таких работ

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Уметь использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности;	Не умеет использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов	На начальном уровне умеет использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов	С незначительными ошибками умеет использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов	Без ошибок использует информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов
Уметь находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для выбора методики	Не умеет находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для выбора методики	Умеет находить информацию, но плохо анализирует и исследует информацию, необходимую для выбора методики	На хорошем уровне практически без ошибок находит, анализирует и исследует информацию,	Без ошибок находит, анализирует и исследует информацию, необходимую для выбора методики исследования, для

исследования, для проведения или организации натурных обследований объектов градостроительной деятельности	исследования, для проведения или организации натурных обследований объектов градостроительной деятельности	исследования, для проведения или организации натурных обследований объектов градостроительной деятельности;	необходимую для выбора методики исследования, для проведения или организации натурных обследований объектов градостроительной деятельности	проведения или организации натурных обследований объектов градостроительной деятельности
Уметь находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для выбора методики исследования, для анализа документации по объектам градостроительной деятельности	Не умеет находить, анализировать и исследовать информацию, необходимую для выбора методики исследования, для анализа документации по объектам градостроительной деятельности	Умеет находить информацию, но плохо анализирует и исследует информацию, необходимую для выбора методики исследования, для анализа документации по объектам градостроительной деятельности	На хорошем уровне практически без ошибок находит, анализирует и исследует информацию, необходимую для выбора методики исследования, для анализа документации по объектам градостроительной деятельности	Без ошибок находит, анализирует и исследует информацию, необходимую для выбора методики исследования, для анализа документации по объектам градостроительной деятельности
Уметь моделировать расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	Не умеет моделировать расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	Со значительными ошибками моделирует расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	С незначительными ошибками моделирует расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности	Без ошибок моделирует расчетные схемы, действующие нагрузки, иные свойства элементов проектируемого объекта и его взаимодействия с окружающей средой с соблюдением установленных требований для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов градостроительной деятельности
Уметь выполнять документирование результатов разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов	Не умеет выполнять документирование результатов разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов	На начальном уровне выполняет документирование результатов разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов	На хорошем уровне умеет выполнять документирование результатов разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов	Без ошибок выполняет документирование результатов разработки для производства работ по инженерно-техническому проектированию объектов

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владение навыками работы с технической литературой и нормативной документацией	Не владеет навыками использования нормативной и справочной литературы	Владеет навыком навыками работы с нормативной и технической документацией, но допускает существенные ошибки	В полной мере владеет навыком навыками работы с нормативной и технической документацией, но допускает незначительные ошибки	В полной мере владеет навыками работы с нормативной и технической документацией
Владение изучаемыми программными продуктами в сфере инженерно-	Не владеет навыками работы в изучаемых программных продуктах в сфере инженерно-технического	Демонстрирует минимальный уровень владения навыками работы в программных	Обладает основными навыками работы в программных продуктах в сфере инженерно-	Демонстрирует высокий уровень владения навыками работы в программных



## 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	Для проведения лекционных занятий – специализированная лекционная аудитория	Лекционные занятия не предусмотрены
2	Для проведения практических занятий – компьютерный класс	Специализированная мебель, маркерная доска, персональные компьютеры, 3D-принтер FlyingBear Reborn, 3D-принтер Two Trees Sapphire Pro, 3D-принтер Imprinta Hercules G3, строительный 3D-принтер СПЕЦАВИА «АМТ» S-6044 LONG.

### 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Rhinoceros 7, Grasshopper	Сублицензионный договор №26/10/22-1 от 26.10.2022
3	UltiMaker Cura	Свободно распространяемое ПО

### 6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

#### *Основная литература:*

1. Гибсон Я. Технологии аддитивного производства : пер. с англ. / Я. Гибсон, Д. Розен, Б. Стакер. - Москва: Техносфера, 2016.
2. Крюков А. Ю. Компьютерное моделирование изделий в конструкторско-технологической подготовке производства : учебное пособие / А. Ю. Крюков. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2013.
3. Ярушин С. Г. Технологические процессы в машиностроении : учебник для бакалавров / С. Г. Ярушин. - Москва: Юрайт, 2011.

#### *Дополнительная литература:*

4. Берлинер Э. М. САПР в машиностроении : учебник для вузов / Э. М. Берлинер, О. В. Таратынов. - Москва: ФОРУМ, 2011. 3
- 5.
6. Компьютерная графика в САПР : учебное пособие для вузов / А. В.

- Приемышев [и др.]. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017. 1
7. Лазерные технологии обработки материалов : современные проблемы фундаментальных исследований и прикладных разработок / В. Я. Панченко [и др.]. - Москва: Физматлит, 2009. 1
  8. Справочник технолога / А. Г. Суслов [и др.]. - Москва: Инновационное машиностроение, 2019. 11
  9. Черепяхин А. А. Процессы и операции формообразования : учебник / А. А. Черепяхин, Р. Р. Клепиков. - Москва: КУРС, ИНФРА-М, 2019. 1
  10. Черепяхин А. А. Технологические процессы в машиностроении : учебное пособие для средних профессиональных учебных заведений
  11. / А. А. Черепяхин, В. А. Кузнецов. - Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2017.

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

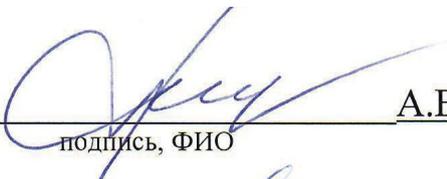
12. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru>
13. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» <http://www.iprbookshop.ru/>
14. База данных экономики и права Polpred <http://www.polpred.com/>
15. Бесплатная библиотека документов <http://norm-load.ru/>
16. Электронная библиотека Ассоциации строительных вузов России <http://www.lib.8level.ru/>
17. Научная электронная библиотека <http://www.elibrary.ru/>
18. Российское образование ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ПОРТАЛ: <http://www.edu.ru/>
19. Научно-техническая библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова: <http://ntb.bstu.ru/>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 2021/2022 учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями.

Протокол № 6 заседания кафедры от «14» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ А.Е. Наумов

  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ В.А. Уваров

  
подпись, ФИО