



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра Наземных транспортно-технологических машин

УТВЕРЖДАЮ
Начальник учебно-методического управления

«15» февраля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Аддитивные технологии

направление подготовки/специальность 15.03.06 Мехатроника и робототехника

направленность (профиль)/специализация образовательной программы Проектирование
мехатронных, робототехнических систем и комплексов

Форма обучения очная

Санкт-Петербург, 2024

1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины "Аддитивные технологии" являются: ознакомление студентов с основными принципами и методами аддитивного производства, развитие навыков их применения в процессе проектирования и изготовления изделий, а также подготовка к использованию современных инструментов и программного обеспечения для работы с 3D-моделями и прототипирования.

Задачи дисциплины:

- Изучение основных принципов и методов аддитивного производства.
- Разработка навыков применения аддитивных технологий в процессе проектирования и изготовления изделий.
- Овладение современными инструментами и программным обеспечением для работы с 3D-моделями и прототипирования.
- Изучение областей применения аддитивных технологий в промышленности и исследовательской деятельности.
- Практическое применение аддитивных технологий для решения инженерных задач и создания инновационных продуктов.

2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОПОП
ПК(Ц)-1 Способен самостоятельно и (или) в команде разрабатывать цифровую модель отдельного устройства, подсистемы и (или) мехатронной, робототехнической системы в целом или их комплекса	ПК(Ц)-1.3 Проводит процедуры верификации и валидации цифровой модели	знает Основные принципы и методы верификации и валидации цифровых моделей в контексте аддитивных технологий. умеет Проводить процедуры верификации и валидации цифровых моделей с использованием специализированного программного обеспечения. владеет навыком эффективного применения методов верификации и валидации для обеспечения качества и точности проектирования и изготовления при использовании аддитивных технологий.

<p>ПК-2 Способен проектировать отдельные устройства, подсистемы и (или) мехатронную, робототехническую систему в целом или их комплексы с использованием средств цифрового инжиниринга</p>	<p>ПК-2.4 Осуществляет разработку эскизного проекта на проектируемое отдельное устройство, подсистему и (или) мехатронную, робототехническую систему в целом или их комплекс</p>	<p>знает Основные принципы и этапы разработки эскизного проекта для мехатронных, робототехнических систем или их компонентов.</p> <p>умеет Создавать эскизные проекты для отдельных устройств, подсистем или комплексов мехатронных и робототехнических систем с учетом технических требований и спецификаций.</p> <p>владеет навыком эффективного использования методов и инструментов проектирования для разработки высококачественных эскизных проектов, соответствующих функциональным и техническим требованиям.</p>
<p>ПК-2 Способен проектировать отдельные устройства, подсистемы и (или) мехатронную, робототехническую систему в целом или их комплексы с использованием средств цифрового инжиниринга</p>	<p>ПК-2.5 Осуществляет разработку технического проекта на проектируемое отдельное устройство, подсистему и (или) мехатронную, робототехническую систему в целом или их комплекс</p>	<p>знает Принципы и методы разработки технического проекта для мехатронных, робототехнических систем или их компонентов, включая требования к надежности, безопасности и эффективности.</p> <p>умеет Разрабатывать технические проекты для отдельных устройств, подсистем или комплексов мехатронных и робототехнических систем с учетом технических стандартов, нормативов и технологических требований.</p> <p>владеет навыком применения передовых методов и инструментов проектирования для создания качественных технических проектов, обеспечивающих оптимальную функциональность и производительность систем.</p>

<p>ПК-2 Способен проектировать отдельные устройства, подсистемы и (или) мехатронную, робототехническую систему в целом или их комплексы с использованием средств цифрового инжиниринга</p>	<p>ПК-2.6 Выполняет необходимые расчеты конструкции проектируемого отдельного устройства, подсистемы и (или) мехатронной, робототехнической системы в целом или их комплекса с использованием средств цифрового инжиниринга</p>	<p>знает Основы инженерного анализа и расчетов для проектируемых устройств, подсистем и мехатронных, робототехнических систем, а также принципы применения цифровых инжиниринговых инструментов для проведения расчетов.</p> <p>умеет Выполнять расчеты конструкции проектируемых элементов с использованием соответствующих методов и инструментов цифрового инжиниринга, таких как CAD/CAE-системы и аналитические программы.</p> <p>владеет навыком применения продвинутых техник анализа и моделирования с использованием цифровых инжиниринговых инструментов для оптимизации конструкции и повышения эффективности проектируемых систем.</p>
--	---	---

3. Указание места дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Данная дисциплина (модуль) включена в Блок «Дисциплины, модули» Б1.В.01 основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 Мехатроника и робототехника и относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана.

№ п/п	Предшествующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Компьютерная графика	ОПК-2.3, ОПК-4.2
2	Высшая математика	УК-2.1, УК-2.3, УК-2.4
3	Информационные технологии	УК-1.1, УК-1.2, УК-1.6, ОПК-4.1, ОПК-4.2, ОПК-4.3
4	Инженерная графика	ОПК-5.4

Требования к предварительной подготовке обучающегося

Базовое понимание принципов инженерного проектирования и материаловедения.

Опыт работы с компьютерными программами для создания и редактирования 3D-моделей.

Знание основных принципов функционирования технологий производства и машиностроения.

Умение работать с технической документацией и инструкциями.

Понимание основных терминов и понятий в области инженерии и производства.

№ п/п	Последующие дисциплины	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	Детали машин и основы конструирования	ОПК-1.6, ОПК-2.3, ОПК-5.1
2	Моделирование и оптимизация промышленных процессов с использованием цифровых двойников и роботизированных систем	ПК-2.7, ПК(Ц)-1.2, ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.5, ПК(Ц)-1.6
3	Мехатронные системы транспортных средств	ПК-2.6
4	Обратный инжиниринг деталей мехатронных и робототехнических систем	ПК-2.4, ПК(Ц)-1.6

4. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов	Из них часы на практическую подготовку	Семестр
			4
Контактная работа	48		48
Лекционные занятия (Лек)	16	0	16
Практические занятия (Пр)	32	0	32
Иная контактная работа, в том числе:			
консультации по курсовой работе (проекту), контрольным работам (РГР)			
контактная работа на аттестацию (сдача зачета, зачета с оценкой; защита курсовой работы (проекта); сдача контрольных работ (РГР))			
контактная работа на аттестацию в сессию (консультация перед экзаменом и сдача			
Часы на контроль	4		4
Самостоятельная работа (СР)	56		56
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)			
часы:	108		108
зачетные единицы:	3		3

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по разделам (темам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Тематический план дисциплины (модуля)

№	Разделы дисциплины	Семестр	Контактная работа (по учебным занятиям), час.						СР	Всего, час.	Код индикатора достижения компетенции
			лекции		ПЗ		ЛР				
			всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку	всего	из них на практическую подготовку			
1.	1 раздел. Раздел 1: Основы аддитивных технологий										
1.1.	1.1 Технологии аддитивного производства	4	2		4			12	18	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3	

1.2.	1.2 Применение аддитивных технологий в различных отраслях	4	2		4				10	16	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3
2.	2 раздел. Раздел 2: Проектирование и моделирование для аддитивного производства										
2.1.	2.1 Проектирование для аддитивного производства	4	2		4				10	16	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3
2.2.	2.2 Моделирование и анализ для аддитивного производства	4	2		4				8	14	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3
3.	3 раздел. Раздел 3: Материалы и свойства для аддитивного производства										
3.1.	3.1 Выбор материалов для 3D-печати	4	2		4				4	10	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3
3.2.	3.2 Технологии постпечатной обработки и отделки	4	2		4				4	10	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3
4.	4 раздел. Раздел 4: Технологии и процессы аддитивного производства										
4.1.	4.1 Методы 3D-печати	4	2		4				4	10	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3
4.2.	4.2 Процессы и технологии аддитивного производства	4	2		4				4	10	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3
5.	5 раздел. Контроль										
5.1.	Зачет	4								4	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК(Ц)-1.3

5.1. Лекции

№ разд	Наименование раздела и темы лекций	Наименование и краткое содержание лекций
1	1.1 Технологии аддитивного производства	Введение в аддитивные технологии и история их развития На лекции будет рассмотрено введение в аддитивные технологии и основы их применения в современной индустрии. Будет проведен обзор истории развития аддитивного производства, начиная с его зарождения и до современных достижений. Студенты узнают об основных этапах эволюции 3D-печати и ключевых технологических прорывах в этой области.
2	1.2 Применение аддитивных технологий в различных отраслях	Обзор областей применения аддитивных технологий На лекции будет проведен обзор основных отраслей применения аддитивных технологий. Студенты узнают о том, как аддитивные технологии используются в медицине, авиации, автомобильной промышленности, архитектуре, дизайне и других сферах. Будут рассмотрены примеры успешного применения 3D-печати в каждой из этих областей, а также перспективы развития и потенциал для будущих инноваций.
3	2.1 Проектирование для аддитивного производства	Основы проектирования для 3D-печати На лекции будут рассмотрены основные принципы проектирования деталей для аддитивного производства. Студенты узнают о конструктивных элементах, которые следует учитывать при проектировании деталей для 3D-печати, чтобы обеспечить качественное и эффективное изготовление.
4	2.2 Моделирование и анализ для аддитивного производства	Основы моделирования для аддитивного производства На лекции студенты ознакомятся с основными принципами моделирования деталей и изделий для аддитивного производства. Будут рассмотрены специализированные инструменты и подходы к моделированию, позволяющие учитывать особенности процесса 3D-печати.
5	3.1 Выбор материалов для 3D-печати	Основные классы материалов для аддитивного производства На лекции будут представлены основные классы материалов, используемых в аддитивном производстве, включая пластик, металл и композиты. Студенты узнают о свойствах каждого материала, их особенностях и областях применения в различных индустриях.
6	3.2 Технологии постпечатной обработки и отделки	Методы постпечатной обработки изделий из аддитивных технологий На лекции будут рассмотрены различные методы постпечатной обработки изделий, изготовленных с использованием аддитивных технологий. Студенты узнают о методах отделки, удаления поддержек, поверхностной обработки и других процессах, улучшающих качество и внешний вид изделий.
7	4.1 Методы 3D-печати	Основные методы 3D-печати и их принципы работы На лекции студенты ознакомятся с основными методами 3D-печати, такими как FDM (филаментное наплавление), SLA (стереолитография), SLS (селективное лазерное спекание) и другими. Будут рассмотрены основные принципы работы каждого метода, их преимущества и ограничения.
8	4.2 Процессы и технологии аддитивного производства	Основные этапы процесса аддитивного производства и используемые технологии Студенты познакомятся с основными этапами процесса аддитивного производства, включая подготовку модели, настройку принтера, процесс печати и постпечатную обработку. Будут рассмотрены

используемые технологии и оборудование для каждого этапа.

5.2. Практические занятия

№ разд	Наименование раздела и темы практических занятий	Наименование и содержание практических занятий
1	1.1 Технологии аддитивного производства	Ознакомление с оборудованием для аддитивного производства На этом практическом занятии студенты ознакомятся с различными видами оборудования для аддитивного производства. Они изучат принципы работы 3D-принтеров различных типов, а также основные компоненты их конструкции. Студенты получают практические навыки работы с оборудованием и научатся осуществлять базовую настройку для выполнения печатных заданий.
2	1.2 Применение аддитивных технологий в различных отраслях	Демонстрация примеров применения аддитивных технологий в промышленности На практическом занятии студентам будут представлены конкретные примеры применения аддитивных технологий в промышленности. Они увидят реальные объекты, изготовленные с использованием 3D-печати, и узнают о том, какие задачи и проблемы были решены благодаря этим технологиям. Студенты также обсудят особенности проектирования и изготовления деталей с использованием аддитивных методов с применением ПО Python, КОМПАС-3D.
3	2.1 Проектирование для аддитивного производства	Создание модели для аддитивного производства в САД-системе Студенты проведут практическое занятие, в ходе которого изучат процесс создания 3D-моделей для аддитивного производства в специализированных САД-системах с применением ПО Python, КОМПАС-3D. Они научатся учитывать требования к деталям, которые делают их подходящими для производства на 3D-принтере.
4	2.2 Моделирование и анализ для аддитивного производства	Создание виртуальной модели и ее анализ на предмет готовности к 3D-печати Студенты выполняют практическое задание по созданию виртуальной модели детали или изделия и анализу ее на предмет готовности к производству на 3D-принтере. Они научатся оценивать геометрические и технические характеристики модели и вносить необходимые корректировки.
5	3.1 Выбор материалов для 3D-печати	Испытание свойств различных материалов на прочность и устойчивость к воздействию Студенты проведут практическое исследование свойств различных материалов, используемых в аддитивном производстве. Они будут проводить испытания на прочность, изгиб, устойчивость к температурным изменениям и химическим воздействиям для оценки их пригодности для конкретных задач.
6	3.2 Технологии постпечатной обработки и отделки	Проведение после печатной обработки 3D-напечатанных деталей Студенты проведут практическое занятие по обработке и отделке 3D-напечатанных деталей. Они научатся использовать различные инструменты и технологии для удаления поддержек, шлифовки, покраски и других операций, необходимых для получения готового изделия.
7	4.1 Методы 3D-печати	Демонстрация различных типов 3D-принтеров и их возможностей Студенты увидят на практике работу различных типов 3D-принтеров. Будут представлены примеры моделей, напечатанных различными методами, чтобы студенты могли оценить качество и возможности каждого метода.
8	4.2 Процессы и	Сборка и настройка 3D-принтера, подготовка его к печати

	технологии аддитивного производства	Студенты проведут практическое занятие по сборке и настройке 3D-принтера. Они узнают, как правильно настроить принтер перед началом печати, чтобы получить высококачественное изделие.
--	-------------------------------------	--

5.3. Самостоятельная работа обучающихся

№ разд	Наименование раздела дисциплины и темы	Содержание самостоятельной работы
1	1.1 Технологии аддитивного производства	Изучение принципов работы 3D-принтера и подготовка модели для печати В рамках самостоятельной работы студентам предстоит более подробно изучить принципы работы 3D-принтера. Они ознакомятся с различными типами моделей 3D-принтеров, методами печати и параметрами настройки. Затем студенты выберут модель для печати, подготовят ее к процессу печати, включая разработку или адаптацию модели, настройку программного обеспечения для срезки модели и подготовку принтера к работе.
2	1.2 Применение аддитивных технологий в различных отраслях	Анализ и выбор оптимального метода аддитивного производства для конкретного изделия В рамках самостоятельной работы студенты проведут анализ конкретного изделия или детали и выберут оптимальный метод аддитивного производства для его изготовления. Они учтут особенности конструкции, требования к материалам, технические характеристики и другие факторы, которые могут повлиять на выбор метода. Студенты представят результаты своего анализа в виде письменного отчета или презентации.
3	2.1 Проектирование для аддитивного производства	Разработка дизайна для изделия с использованием принципов аддитивного производства В рамках самостоятельной работы студентам будет предложено разработать дизайн изделия, оптимизированный для аддитивного производства. Они применят знания, полученные на лекциях и практических занятиях, чтобы создать модель, соответствующую требованиям аддитивной технологии.
4	2.2 Моделирование и анализ для аддитивного производства	Проведение сравнительного анализа различных методов моделирования для аддитивного производства Студентам предстоит провести сравнительный анализ различных методов моделирования и выбрать наиболее подходящий для конкретной задачи. Они изучат особенности каждого метода и оценят их преимущества и недостатки в контексте конкретной модели.
5	3.1 Выбор материалов для 3D-печати	Подбор оптимального материала для конкретного изделия и анализ его характеристик В рамках самостоятельной работы студенты будут проводить анализ требований к конкретному изделию и подбирать оптимальный материал для его изготовления методом 3D-печати. Они изучат характеристики доступных материалов и выберут наиболее подходящий вариант, учитывая требования к прочности, гибкости, температурной стойкости и другим параметрам.
6	3.2 Технологии постпечатной обработки и отделки	Оценка эффективности различных методов отделки и выбор наиболее подходящего для конкретной задачи Студенты проведут анализ эффективности различных методов постпечатной обработки и отделки и выберут наиболее подходящий для конкретной задачи. Они учитывают факторы, такие как качество поверхности, время и затраты на обработку, а также требования к конечному изделию.

7	4.1 Методы 3D-печати	<p>Изучение особенностей каждого метода и анализ их преимуществ и недостатков</p> <p>Студенты проведут самостоятельное исследование особенностей каждого метода 3D-печати. Они изучат преимущества и недостатки каждого метода с учетом требований конкретных задач и выберут наиболее подходящий метод для конкретной ситуации.</p>
8	4.2 Процессы и технологии аддитивного производства	<p>Оценка процесса печати и выявление возможных проблемных ситуаций, разработка методов их решения</p> <p>Студенты проведут анализ процесса печати на 3D-принтере и выявят возможные проблемы, такие как дефекты печати или сбои в работе оборудования. Затем они разработают методы решения этих проблем и предложат способы их предотвращения в будущем.</p>

6. Методические материалы для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Приступая к изучению дисциплины, обучающемуся необходимо в первую очередь ознакомиться содержанием РПД, а также методическими указаниями по организации самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям.

При подготовке к практическим занятиям и в рамках самостоятельной работы по изучению дисциплины обучающимся необходимо:

- повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной по данной теме литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники;
- выполнить практические задания в рамках изучаемой темы;
- ответить на контрольные вопросы по теме, используя материалы ФОС, либо групповые индивидуальные задания, подготовленные преподавателем;
- подготовить доклад или сообщение, предусмотренные РПД;
- подготовиться к проверочной работе, предусмотренной в контрольных точках;
- подготовиться к промежуточной аттестации.

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код и наименование индикатора контролируемой компетенции	Вид оценочного средства
1	1.1 Технологии аддитивного производства	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	Устный опрос
2	1.2 Применение аддитивных технологий в различных отраслях	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	Устный опрос
3	2.1 Проектирование для аддитивного производства	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	Устный опрос
4	2.2 Моделирование и анализ для аддитивного производства	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	Устный опрос
5	3.1 Выбор материалов для 3D-печати	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	Устный опрос
6	3.2 Технологии постпечатной обработки и отделки	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	Устный опрос
7	4.1 Методы 3D-печати	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	Устный опрос
8	4.2 Процессы и технологии аддитивного производства	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	Устный опрос
9	Контроль	ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6, ПК (Ц)-1.3	

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля успеваемости, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины

Устный опрос по темам занятий (для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК(Ц)-1.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6):

Какие методы аддитивного производства вы знаете и в каких отраслях они применяются?

Какие материалы используются в аддитивном производстве и как их выбирать для конкретных проектов?

Какие этапы процесса аддитивного производства вы можете описать?

Как проводится верификация и валидация цифровой модели перед аддитивным производством?

Как вы осуществляете разработку эскизного и технического проекта для аддитивного производства?

Какие расчеты вы выполняете при разработке конструкции для аддитивного производства?

Практические задания (для проверки сформированности индикатора достижения компетенции ПК(Ц)-1.4, ПК(Ц)-1.3, ПК-2.4, ПК-2.5, ПК-2.6):

Создать трехмерную модель для 3D-печати, учитывая особенности выбранного метода производства и процедуры верификации и валидации цифровой модели.

Провести анализ полученной модели на предмет готовности к печати и оптимизации ее конструкции для экономии материала и времени печати, учитывая при этом разработку эскизного и технического проекта, а также необходимые расчеты конструкции.

Подготовить техническую документацию для процесса аддитивного производства, включая настройку оборудования и параметры печати, и представить ее на защите.

7.3. Система оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении текущего контроля успеваемости

Оценка «отлично» (зачтено)	знания: - систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам дисциплины, а также по основным вопросам, выходящим за пределы учебной программы; - точное использование научной терминологии, систематически грамотное и логически правильное изложение ответа на вопросы; - полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) умения: - умеет ориентироваться в теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку, используя научные достижения других дисциплин навыки: - высокий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - владеет навыками самостоятельно и творчески решать сложные проблемы и нестандартные ситуации; - применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий; - грамотно обосновывает ход решения задач; - безусловно владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке научных и практических задач; - творческая самостоятельная работа на практических/семинарских/лабораторных занятиях, активно участвует в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий
-------------------------------	---

<p>Оценка «хорошо» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточно полные и систематизированные знания по дисциплине; - усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной рабочей программой по дисциплине (модулю) умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях дисциплины и давать им критическую оценку; - использует научную терминологию, лингвистически и логически правильно излагает ответы на вопросы, умеет делать обоснованные выводы; - владеет инструментарием по дисциплине, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач навыки: - самостоятельная работа на практических занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий; - средний уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий; - обосновывает ход решения задач без затруднений</p>
<p>Оценка «удовлетворительно» (зачтено)</p>	<p>знания: - достаточный минимальный объем знаний по дисциплине; - усвоение основной литературы, рекомендованной рабочей программой; - использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок умения: - умеет ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку; - владеет инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач; - умеет под руководством преподавателя решать стандартные задачи навыки: - работа под руководством преподавателя на практических занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий; - достаточный минимальный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий</p>
<p>Оценка «неудовлетворительно» (не зачтено)</p>	<p>знания: - фрагментарные знания по дисциплине; - отказ от ответа (выполнения письменной работы); - знание отдельных источников, рекомендованных рабочей программой по дисциплине; умения: - не умеет использовать научную терминологию; - наличие грубых ошибок навыки: - низкий уровень культуры исполнения заданий; - низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций; - отсутствие навыков самостоятельной работы; - не может обосновать алгоритм выполнения заданий</p>

7.4. Теоретические вопросы и практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

7.4.1. Теоретические вопросы для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Перечень примерных вопросов для подготовки к зачету

1. Дайте определение понятия «быстрое прототипирование».
2. Дайте определение понятия «аддитивное производство».
3. Сформулируйте основной принцип технологии «аддитивное производство».
4. Перечислите основные области применения изделий, полученных с использованием технологий аддитивного производства.
5. Перечислите общие этапы процессов аддитивного производства.
6. Укажите особенности подготовки трехмерных моделей для аддитивного производства.
7. Перечислите основные параметры, влияющие на представление трехмерной модели в stl - формате.
8. Укажите общие для всех технологий аддитивного производства характеристики этапов при последующей обработке изделий.
9. Укажите основные отличия технологий аддитивного производства от обработки на станках с ЧПУ.
10. Приведите примеры конструкций, которые могут быть изготовлены с применение различных аддитивных технологий.
11. Перечислите технологии, связанные с технологиями аддитивного производства.
12. Перечислите классификационные признаки аддитивных технологий.
13. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения жидких полимерных композиций.
14. Опишите процесс аддитивного производства на основе систем отдельных частиц.
15. Опишите процесс аддитивного производства, на основе применения расплавленного материала.
16. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения твердых листовых материалов.
17. Опишите процесс аддитивного производства на основе применения металлов.
18. Перечислите гибридные системы, применяемые в аддитивном производстве.
19. Какова общая последовательность процесса аддитивного производства?
20. Укажите основные этапы аддитивного производства.
21. Настройка оборудования для аддитивного производства.
22. Процесс построения изделия.
23. Постобработка изделия.
24. Различия технологий аддитивного производства (фотополимерные, порошки, расплавленные и твердые листовые материалы).
25. Особенности использования подложек.
26. Влияние плотности энергии на технологические характеристики процесса.
27. Особенности технического обслуживания оборудования для различных технологий аддитивного производства.
28. Особенности подготовки, обслуживания и хранения материалов при различных технологиях аддитивного производства.
29. Удаление опорных элементов.
30. Особенности создания элементов фиксации частей конструкции и ребер жесткости.

7.4.2. Практические задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Практическая работа №1: Изготовление прототипов монолитных изделий простых форм

Задание: Разработать модель простой формы для 3D печати. Студентам предоставляется возможность создать модель с использованием соответствующего программного обеспечения для трехмерного моделирования. Модель должна представлять собой изделие с простой геометрией без внутренних полостей или сложных элементов.

Практическая работа №2: Изготовление прототипов изделий с внутренними полостями

Задание: Разработать модель формы с внутренними полостями для 3D печати. Студентам

предлагается создать модель с использованием специализированного программного обеспечения, которое позволяет добавлять внутренние полости и детали к изделиям. Модель должна иметь сложную форму с внутренними полостями, предназначенными для определенных функциональных целей.

Практическая работа №3: Изготовление прототипов монолитных изделий

Задание: Разработать модель простой формы для 3D печати. Студентам предоставляется возможность создать модель с использованием соответствующего программного обеспечения для трехмерного моделирования. Модель должна представлять собой изделие с простой геометрией без внутренних полостей или сложных элементов.

7.4.3. Примерные темы курсовой работы (проекта) (при наличии)

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

7.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

Процедура проведения промежуточной аттестации и текущего контроля успеваемости регламентируется локальным нормативным актом, определяющим порядок организации и проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся. Процедура оценивания формирования компетенций при проведении текущего контроля приведена в п. 7.3. Типовые контрольные задания или иные материалы текущего контроля приведены в п. 7.2. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в форме устного опроса.

7.6. Критерии оценивания сформированности компетенций при проведении промежуточной аттестации

	Уровень освоения и оценка			
	Оценка «неудовлетворительно»	Оценка «удовлетворительно»	Оценка «хорошо»	Оценка «отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции «недостаточный». Компетенции не сформированы. Знания отсутствуют, умения и навыки не сформированы	Уровень освоения компетенции «пороговый». Компетенции сформированы. Сформированы базовые структуры знаний. Умения фрагментарны и носят репродуктивный характер. Демонстрируется низкий уровень самостоятельности практического навыка.	Уровень освоения компетенции «продвинутый». Компетенции сформированы. Знания обширные, системные. Умения носят репродуктивный характер, применяются к решению типовых заданий. Демонстрируется достаточный уровень самостоятельности устойчивого практического навыка.	Уровень освоения компетенции «высокий». Компетенции сформированы. Знания аргументированные, всесторонние. Умения успешно применяются к решению как типовых, так и нестандартных творческих заданий. Демонстрируется высокий уровень самостоятельности, высокая адаптивность практического навыка

<p>знания</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -существенные пробелы в знаниях учебного материала; -допускаются принципиальные ошибки при ответе на основные вопросы билета, отсутствует знание и понимание основных понятий и категорий; -непонимание сущности дополнительных вопросов в рамках заданий билета.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знания теоретического материала; -неполные ответы на основные вопросы, ошибки в ответе, недостаточное понимание сущности излагаемых вопросов; -неуверенные и неточные ответы на дополнительные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -знание и понимание основных вопросов контролируемого объема программного материала; - знания теоретического материала -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, выявлять противоречия, проблемы и тенденции развития; -правильные и конкретные, без грубых ошибок, ответы на поставленные вопросы.</p>	<p>Обучающийся демонстрирует: -глубокие, всесторонние и аргументированные знания программного материала; -полное понимание сущности и взаимосвязи рассматриваемых процессов и явлений, точное знание основных понятий, в рамках обсуждаемых заданий; -способность устанавливать и объяснять связь практики и теории, -логически последовательные, содержательные, конкретные и исчерпывающие ответы на все задания билета, а также дополнительные вопросы экзаменатора.</p>
<p>умения</p>	<p>При выполнении практического задания билета обучающийся продемонстрировал недостаточный уровень умений. Практические задания не выполнены Обучающийся не отвечает на вопросы билета при дополнительных наводящих вопросах преподавателя.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Допускаются ошибки в содержании ответа и решении практических заданий. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей.</p>	<p>Обучающийся выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Предложенные практические задания решены с небольшими неточностями. Ответил на большинство дополнительных вопросов.</p>	<p>Обучающийся правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Решает предложенные практические задания без ошибок Ответил на все дополнительные вопросы.</p>

<p>владение навыками</p>	<p>Не может выбрать методику выполнения заданий. Допускает грубые ошибки при выполнении заданий, нарушающие логику решения задач. Делает некорректные выводы. Не может обосновать алгоритм выполнения заданий.</p>	<p>Испытывает затруднения по выбору методики выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, нарушения логики решения задач. Испытывает затруднения с формулированием корректных выводов. Испытывает затруднения при обосновании алгоритма выполнения заданий.</p>	<p>Без затруднений выбирает стандартную методику выполнения заданий. Допускает ошибки при выполнении заданий, не нарушающие логику решения задач. Делает корректные выводы по результатам решения задачи. Обосновывает ход решения задач без затруднений.</p>	<p>Применяет теоретические знания для выбора методики выполнения заданий. Не допускает ошибок при выполнении заданий. Самостоятельно анализирует результаты выполнения заданий. Грамотно обосновывает ход решения задач.</p>
--------------------------	--	---	---	--

Оценка по дисциплине зависит от уровня сформированности компетенций, закрепленных за дисциплиной, и представляет собой среднее арифметическое от выставленных оценок по отдельным результатам обучения (знания, умения, владение навыками).

Оценка «отлично»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 4,5 до 5,0.

Оценка «хорошо»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 3,5 до 4,4.

Оценка «удовлетворительно»/«зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 2,5 до 3,4.

Оценка «неудовлетворительно»/«не зачтено» выставляется, если среднее арифметическое находится в интервале от 0 до 2,4.

8. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

8.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Автор, название, место издания, издательство, год издания учебной и учебно-методической литературы	Количество экземпляров/электронный адрес ЭБС
<u>Основная литература</u>		
1	Антонова В. С., Осовская И. И., Аддитивные технологии, Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2017	http://www.iprbookshop.ru/102502.html
2	Валетов В. А., Аддитивные технологии (состояние и перспективы), Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015	http://www.iprbookshop.ru/65766.html

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

8.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	https://www.elibrary.ru

8.3. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

Наименование	Электронный адрес ресурса
Электронно-библиотечная система издательства "IPRsmart"	http://www.iprbookshop.ru/
Система дистанционного обучения СПбГАСУ Moodle	https://moodle.spbgasu.ru/
Электронная библиотека Ирбис 64	http://ntb.spbgasu.ru/irbis64r_plus/

8.4. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

Наименование	Способ распространения (лицензионное или свободно распространяемое)
Ansys	Сублицензионный договор №1976-ПО/2017-СЗФО от 16.10.2017 г. с ЗАО "КАДФЕМ Си-Ай-Эс". Лицензия бессрочная
Python версия 3.7.6386.10	Свободно распространяемое
КОМПАС-3D АРМ FEM	Сублицензионный договор №АСЗ-17-00534 от 13.06.2017 на 50лиц+ сублицензионный договор №АСЗ-20-00218 от 20.04.2020 еще на 50лиц с ООО "АСКОН-Северо-Запад". Лицензия бессрочная
КОМПАС-3D Машиностроение и строительства	Договор № АСЗ-23-00025 от 30.01.2023 г. Лицензия бессрочная

8.5. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Сведения об оснащённости учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы

Наименование учебных аудиторий и помещений для самостоятельной работы	Оснащённость оборудованием и техническими средствами обучения
32. Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, экран, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет
32. Учебные аудитории для проведения практических занятий, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Комплект мультимедийного оборудования (персональный компьютер, мультимедийный проектор, экран, аудиосистема), доска, комплект учебной мебели, подключение к компьютерной сети СПбГАСУ, выход в Интернет

<p>32. Межкафедральная лаборатория автомобильно-дорожного факультета г. Санкт-Петербург, Курляндская ул., д.2/5 Секция № 117-К и 118-К Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин</p>	<p>Лаборатория мехатроники и робототехники транспортных и технологических машин 1.1) оборудование (117-К): а) 3D принтер Tiertime X5 на металлическом верстаке б) 3D принтер Tiertime UP300 на металлическом верстаке в) трехосевой робот-манипулятор с двухпальцевым схватом OmegaMan mini - 2шт. д) четырехосевой робот OmegaBot с датчиками и модулями - 20шт. г) робот на гусеничной платформе OmegaBot с датчиками и модулями - 10шт. д) набор робототехнический ТРИК «стартовый» -2 шт. е) набор робототехнический ТРИК «учебная пара» - 4 шт. ж) макетные столы для слесарно-сборочных работ по сборке мехатронных и робототехнических образцов з) металлические шкафы и стеллажи для хранения робототехнических комплектов и наборов инструмента для механосборочных работ (МСП) 2.2) оборудование (118-К) а) компьютерный класс моделирования на ПК б) металлические шкафы и стеллаж для хранения</p>
<p>32. Помещения для самостоятельной работы</p>	<p>Помещение для самостоятельной работы (читальный зал библиотеки, ауд. 217): ПК-23 шт., в т.ч. 1 шт.- ПК для лиц с ОВЗ (системный блок, монитор, клавиатура, мышь) с подключением к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду СПбГАСУ.</p>

Для инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются специальные условия для получения образования в соответствии с требованиями нормативно-правовых документов.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника (приказ Минобрнауки России от 17.08.2020 № 1046).

Программу составил:
доцент, к.т.н. Литввин Р.А.

Программа обсуждена и рекомендована на заседании кафедры Наземных транспортно-технологических машин

30.01.2024, протокол № 10

Заведующий кафедрой, д.т.н., доцент Куракина Е. В.

Программа одобрена на заседании учебно-методической комиссии факультета
06.02.2024, протокол № 4.

Председатель УМК к.т.н., доцент Зазыкин А.В.