

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"  
Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ

Турилова Е.А.

20 23 г.



Программа дисциплины

Аддитивные технологии и 3D-реконструкция

Направление подготовки: 15.03.06 - Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
  - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
  - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и): старший преподаватель, к.т.н. Кашапов Л.Н. (кафедра биомедицинской инженерии и управления инновациями, Институт искусственного интеллекта, робототехники и системной инженерии), lenkashapov@kpfu.ru

### **1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО**

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

<b>Шифр компетенции</b>	<b>Расшифровка приобретаемой компетенции</b>
ОПК-9	Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

Знать теоретические основы и практические аспекты внедрения и освоения нового оборудования

Должен уметь:

Уметь на основе полученных теоретических знаний реализовывать проекты по внедрению и освоению нового технологического оборудования

Должен владеть:

Владеть навыками составления программы перевооружения оборудования и внедрения нового технологического оборудования

### **2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел «Дисциплины по выбору Б1.В.ДВ.4» основной профессиональной образовательной программы 15.03.06 «Мехатроника и робототехника» и относится к части ОПОП ВО, формируемой участниками образовательных отношений.

Осваивается на 2 курсе в 3 семестре.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных(ые) единиц(ы) на 144 часа(ов).

Контактная работа - 72 часа(ов), в том числе лекции – 36 часа(ов), практические занятия – 36 часа(ов), лабораторные работы - 0 часа(ов),

Самостоятельная работа – 36 часа(ов).

Контроль самостоятельной работы – 36 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 3 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен в 3 семестре.

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

**4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)**

N	Разделы дисциплины / модуля	Семестр	Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах)						Самостоятельная работа
			Лекции, всего	в т.ч. лекции в эл.форме	Практические занятия, всего	в т.ч. практические в эл.форме	Лабораторные работы, всего	в т.ч. лабораторные в эл.форме	
1.	Тема 1. Основы материаловедения.	3	4	0	2	0	0	0	4
2.	Тема 2. Аддитивные технологии. Основы трехмерного моделирования для 3D-печати. Технология печати-FDM.	3	4	0	4	0	0	0	4
3.	Тема 3. Технология печати-SLM. Технология печати-SLS. Технология печати-SLA.	3	4	0	4	0	0	0	4
4.	Тема 4. Биосовместимые материалы для 3D-печати. Отрасли применения аддитивных технологий в медицине. Перспективы развития аддитивных технологий в медицине.	3	4	0	4	0	0	0	4
5.	Тема 5. Технологии оптического 3D-сканирования. Бесконтактное сканирование лазерным 3D-сканером.	3	4	0	4	0	0	0	4
6.	Тема 6. Графическая система 3DS MAX. Массивы объектов в 3DS MAX. Моделирование объектов в трехмерной среде 3DS MAX.	3	4	0	4	0	0	0	4
7.	Тема 7. Создание внешнего вида проектируемой модели в среде 3DS MAX	3	4	0	4	0	0	0	4
8.	Тема 8. Технология 3D печати методом многоструйного моделирования.	3	4	0	4	0	0	0	4
9.	Тема 9. Устройство электронной схемы RepRap 3D принтера.	3	2	0	4	0	0	0	2
10.	Тема 10. Оборудование и контрольно-измерительные приборы для ремонта аддитивных установок.	3	2	0	2	0	0	0	2
	Итого		36	0	36	0	0	0	36

## **4.2 Содержание дисциплины (модуля)**

### **Тема 1. Основы материаловедения**

Предмет материаловедения. Историческая справка. Испытания на растяжение, изгиб и сжатие. Определение твердости. Строение металлического слитка. Влияние на механические свойства величины зерна, способы регулирования. Строение металлов. Полиморфные превращения. Строение сплавов. Твердые растворы. Железо и сплавы на его основе. Влияние углерода и постоянных примесей на свойства стали. Легирующие элементы в стали. Основные виды термической обработки. Предварительная и окончательная термообработка. Виды отжига и их назначение. Закалка и отпуск сталей. Поверхностная закалка. Старение сплавов. Виды брака при термообработке. Термомеханическая обработка, разновидности. Химико-термическая обработка, ее разновидности и применение. Объемное и поверхностное деформационное упрочнение.

### **Тема 2. Аддитивные технологии. Основы трехмерного моделирования для 3D-печати. Технология печати-FDM.**

Введение в дисциплину. История развития аддитивных технологий. Основные понятия. Обзор технологий 3D-печати. Техника безопасности при работе с 3D-принтерами. Понятие о технологиях трехмерного моделирования и трехмерной печати. Виды 3D-моделирования. Среды создания трехмерных моделей. Основы и особенности FDM-технологии. Используемые материалы и требования к ним. Преимущества и недостатки FDM-печати. Применение в медицине.

### **Тема 3. Технология печати-SLM. Технология печати-SLS. Технология печати-SLA.**

Основы и особенности SLM -технологии. Используемые материалы и требования к ним. Преимущества и недостатки SLM -печати. Основы и особенности SLS -технологии. Используемые материалы и требования к ним. Преимущества и недостатки SLS -печати. Применение в медицине. Основы и особенности SLA -технологии. Используемые материалы и требования к ним. Преимущества и недостатки SLA -печати. Применение в медицине.

### **Тема 4. Биосовместимые материалы для 3D-печати. Отрасли применения аддитивных технологий в медицине. Перспективы развития аддитивных технологий в медицине.**

Теоретические основы биосовместимости материалов. Требования к материалам, используемым в медицине. Методы исследования свойств материалов медицинского назначения. Обзор биосовместимых материалов для 3D-печати. Аддитивные технологии в стоматологии. Аддитивные технологии в хирургии. Аддитивные технологии в ортопедии и протезировании. Развитие аддитивных технологий в современной медицине. Обзор последних достижений медицинской 3D-печати. Применение 3D-печати в отечественной и зарубежной медицине.

### **Тема 5. Технологии оптического 3D-сканирования. Бесконтактное сканирование лазерным 3D-сканером.**

Процесс получения компьютерной модели на основе геометрии исследуемого изделия. Сравнение цифровой модели, полученной с помощью сканирования и САД-модели на базе ЧПУ или на 3D-принтере. Технологии сканирования физических объектов. Практические занятия

Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати.

### **Тема 6. Графическая система 3DS MAX. Массивы объектов в 3DS MAX. Моделирование объектов в трех-мерной среде 3DS MAX.**

Интерфейс программы 3DS MAX. Начало работы. Файлы. Настройка конфигурации видовых окон. Панель с кнопками управления видовыми окнами. Перемещение объекта. Масштабирование Системы координат. Центр преобразования. Клонирование объектов. Создание простых объектов. Единицы измерения

Привязка к сетке. Массивы Основные команды. Работа со стандартными примитивами Стандартные примитивы. Создание конструкций из примитивов, рендеринг Модификаторы.

Сплаины, тела вращения

Выдавливание, фаски, лофтинг. Простые ландшафты.

### **Тема 7. Создание внешнего вида проектируемой модели в среде 3DS MAX .**

Редактор материалов. Compact Material Editor. Slate Material Editor Настройки материала Standard. Материал Standard. Составные материалы. Многокомпонентный материал Multi/Sub-Object Материалы типа Raytrace и Multi/Sub-Object. Работа с текстурными картами, параметр Amount и канал Bump Подробнее о каналах.

Текстурные карты

Параметрическое проецирование текстурных карт. Применение модификатора UVW Map.

Материал Multi/Sub-Object и модификатор UVW Map. Проецирование текстурной карты на текстуру Checker. Модификаторы Unwrap UVW, Reactor, Panda.

Работа с текстурными картами. Gallon.

### **Тема 8. Технология 3D печати методом многоструйного моделирования.**

Нанесение на платформу печатающей головкой через большое количество форсунок жидкого фотополимера. Послойное отверждение ультрафиолетовым проектором. Печать высококачественных и детализированных прототипов. Печать моделей для литья по выжигаемым и выплавляемым моделям. Обработки трехмерной цифровой модели.

### **Тема 9. Устройство электронной схемы RepRap 3D принтера.**

Описание схемы RepRap. Виды контроллеров схемы RepRap (Arduino Mega, Arduino Nano, RAMPS, Generation Electronics, Sanguinololu). Программирование контроллера G-кодом. Схема подключения устройств к контроллеру. Подключение к контроллеру ЖК дисплея. Установка переменного резистора для регулирования напряжения.

### **Тема 10. Оборудование и контрольно-измерительные приборы для ремонта аддитивных установок.**

Паяльное оборудование. Приспособления для фиксации плат и паяльного оборудования при радиомонтажных работах. Вакуумные пинцеты. Механические экстракторы припоя. Антистатический инструмент. Измерители параметров электробезопасности, токовые клещи, кабель-тестеры, калибраторы портативные, мегаомметры и омметры, измерители шума и вибрации.

## **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6 апреля 2021 года №245)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

## **6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

## **7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Физические основы материаловедения -  
<https://spbau.ru/assets/documents/Books/Physicalfoundations.pdf>  
 Аддитивные технологии - <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1832.pdf>  
 Новейшие достижения аддитивных технологий -  
<http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1571842332.pdf> Основы 3D моделирования -  
<https://avidreaders.ru/book/osnovy-3d-modelirovaniya.html>  
 Аддитивные технологии - <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1832.pdf>  
 Новейшие достижения аддитивных технологий -  
<http://nizrp.narod.ru/metod/kaffizikollchem/1571842332.pdf> Основы 3D моделирования -  
<https://avidreaders.ru/book/osnovy-3d-modelirovaniya.html>  
 Аддитивные технологии - <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1832.pdf>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Вид работ	Методические рекомендации
лекции	Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретического обучения. Поэтому в ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации. Лекционный материал и предлагаемая преподавателем литература даст систематизированные основы научных знаний по соответствующей теме, раскроет состояния и перспективы развития рассматриваемых вопросов, сконцентрирует внимание студентов на наиболее сложных узловых вопросах, будет стимулировать их активную познавательную деятельность, формировать творческое мышление.
практические занятия	Практические занятия по курсу имеют цель развития у студентов алгоритмического мышления в степени, необходимой для быстрого и полного освоения компьютерных технологий, применяемых в различных предметных областях, а также способности видеть и формулировать задачи новых применений компьютера в будущей профессиональной деятельности.
самостоятельная работа	Наряду с чтением лекций профессорско-преподавательским составом кафедры, изучением основной и дополнительной литературы по курсу студентам рекомендуется проведение самостоятельной работы. Самостоятельная работа студентов является важнейшей составной частью учебной работы и предназначена для достижения следующих целей: - закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков; - подготовка к предстоящим занятиям; - формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний. Формами самостоятельной работы студентов являются изучение соответствующей научно-технической литературы, рекомендуемых преподавателями кафедры
Экзамен	Экзамен нацелен на комплексную проверку освоения дисциплины. Обучающийся получает вопрос (вопросы) либо задание (задания) и время на подготовку. Экзамен проводится в устной, письменной или компьютерной форме. Оценивается владение материалом, его системное освоение, способность применять нужные знания, навыки и умения при анализе проблемных ситуаций и решении практических заданий

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)



Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

## **11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

## **12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;

- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;

- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;

- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;

- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;

- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:

- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;

- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 15.03.06 "Мехатроника и робототехника" и профилю подготовки "Робототехника и искусственный интеллект".



Приложение №1 к  
рабочей программе дисциплины (модуля)  
Б1.В.ДВ.04.01 Аддитивные технологии и 3D-реконструкция

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»  
Инженерный институт

## **Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Б1.В.ДВ.04.01 Аддитивные технологии и 3D-реконструкция

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки: Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

## СОДЕРЖАНИЕ

### **1. СООТВЕТСТВИЕ КОМПЕТЕНЦИЙ ПЛАНИРУЕМЫМ РЕЗУЛЬТАТАМ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

### **2. КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**

### **3. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОЦЕНОК ЗА ФОРМЫ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНУЮ АТТЕСТАЦИЮ**

### **4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА, ПОРЯДОК ИХ ПРИМЕНЕНИЯ И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

#### 4.1. Оценочные средства текущего контроля

##### 4.1.1. Устный опрос

##### 4.1.1.1 Порядок проведения.

##### 4.1.1.2. Критерии оценивания

##### 4.1.1.3. Содержание оценочного средства

#### 4.1.2. Контрольная работа

##### 4.1.2.1. Порядок проведения.

##### 4.1.2.2. Критерии оценивания

##### 4.1.2.3. Содержание оценочного средства.

#### 4.1.3. Проверка практических навыков

##### 4.1.3.1 Порядок проведения.

##### 4.1.3.2. Критерии оценивания

##### 4.1.3.3. Содержание оценочного средства.

#### 4.1.4. Тест

##### 4.1.4.1. Порядок проведения.

##### 4.1.4.2. Критерии оценивания

##### 4.1.4.3. Содержание оценочного средства.

#### 4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации

##### 4.2.1. Экзамен

##### 4.2.1.1. Порядок проведения.

##### 4.2.1.2. Критерии оценивания.

##### 4.2.1.3. Содержание оценочного средства

**1. Соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю)**

<b>Код и наименование компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Оценочные средства текущего контроля и промежуточной аттестации</b>
<p>ОПК-9 Способен внедрять и осваивать новое технологическое оборудование</p>	<p>Должен знать: Знать теоретические основы и практические аспекты внедрения и освоения нового оборудования</p> <p>Должен уметь: Уметь на основе полученных теоретических знаний реализовывать проекты по внедрению и освоению нового технологического оборудования</p> <p>Должен владеть: Владеть навыками составления программы перевооружения оборудования и внедрения нового технологического оборудования</p>	<p><b>Текущий контроль:</b> Устный опрос, Контрольная работа, Проверка практических навыков, Тест</p> <p><b>Промежуточная аттестация:</b> Экзамен</p>

## 2. Критерии оценивания сформированности компетенций

Компетенция	Зачтено			Не зачтено
	Высокий уровень (отлично) (86-100 баллов)	Средний уровень (хорошо) (71-85 баллов)	Низкий уровень (удовлетворительно) (56-70 баллов)	Ниже порогового уровня (неудовлетворительно) (0-55 баллов)
ОПК-9	<u>Знает</u> на основе глубокого понимания современных тенденций и развития технологий ключевые методы внедрения и освоения нового технологического оборудования и имеет представление о способах выбора оптимального метода	<u>Знает</u> основные методы внедрения и освоения нового технологического оборудования и имеет представление о способах выбора оптимального метода	<u>Знает</u> в теории базовые методы внедрения и освоения нового технологического оборудования	<u>Не знает</u> базовые методы внедрения и освоения нового технологического оборудования
	<u>Умеет</u> формировать концепцию, план, алгоритм и пошаговую инструкцию внедрения и освоения нового технологического оборудования, а также рассчитать экономический эффект от реализации проекта внедрения оборудования	<u>Умеет</u> формировать концепцию, план, алгоритм и пошаговую инструкцию внедрения и освоения нового технологического оборудования	<u>Умеет</u> формировать концепцию и план внедрения нового технологического оборудования	<u>Не умеет</u> формировать концепцию и план внедрения нового технологического оборудования
	<u>Владеет</u> ключевыми методами формирования	<u>Владеет</u> ключевыми методами формирования	<u>Владеет</u> основными методами формирования	<u>Не владеет</u> основными методами формирования программы



	программы технологического перевооружения на объекте, навыками внедрения программы в операционную деятельность, а также методами оценки экономической эффективности реализованных мероприятий	программы технологического перевооружения на объекте, а также навыками внедрения программы в операционную деятельность	программы технологического перевооружения на объекте	технологического перевооружения на объекте
--	---	--	--	--

### 3. Распределение оценок за формы текущего контроля и промежуточную аттестацию

3 семестр:

Текущий контроль:

Устный опрос – 10 баллов

Контрольная работа – 20 баллов

Проверка практических навыков – 10 баллов

Тест – 10 баллов

Промежуточная аттестация – экзамен.

Экзамен проводится в устной форме в отдельной аудитории. Каждый студент выбирает один экзаменационный билет, который включает два теоретических вопроса. Задания промежуточной аттестации проверяют сформированность компетенций. Студент готовится к экзамену за отдельным столом. После подготовки студент устно отвечает преподавателю по заданиям билета. Преподаватель имеет право задать уточняющие и (или) дополнительные вопросы. По результатам ответов на все поставленные вопросы и задания преподавателем выставляются баллы за промежуточную аттестацию.

Общее количество баллов по дисциплине за текущий контроль и промежуточную аттестацию:  $50+50=100$  баллов.

Соответствие баллов и оценок:

Для экзамена:

86-100 – отлично

71-85 – хорошо

56-70 – удовлетворительно

0-55 – неудовлетворительно

#### **4. Оценочные средства, порядок их применения и критерии оценивания**

##### **4.1. Оценочные средства текущего контроля**

###### **4.1.1. Устный опрос**

###### **4.1.1.1 Порядок проведения.**

Устный опрос проводится в ходе практических занятий. По теме предлагается 10 вопросов, из которых студент выбирает не менее 1 вопроса для ответа. Перечень вопросов доводится до студентов на предыдущем занятии. Студент готовит ответы на вопросы самостоятельно во внеаудиторное время. На занятии по данной теме студент устно излагает ответ на вопрос. В ходе выступления студент должен продемонстрировать понимание излагаемого материала, его взаимосвязь с другими темами курса. Преподаватель, заслушав ответ студента, может задать дополнительные вопросы по теме для уточнения понимания студентом излагаемого материала. По итогам ответа студента выставляются баллы по устному опросу.

#### **4.1.1.2.Критерии оценивания**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса, логично и последовательно отвечает на вопрос. Дает развернутый ответ с практическими примерами. Хорошо отвечает на дополнительные вопросы.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Дает полный и логически правильный ответ на вопрос. Дает частичные ответы на дополнительные вопросы.

Не всегда может сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Дает частичный ответ на поставленный вопрос.

Не может сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу. Не отвечает на дополнительные вопросы.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Демонстрирует непонимание вопроса. Отвечает с наличием грубых ошибок в ответе. Не отвечает на вопросы.

#### 4.1.1.3. Содержание оценочного средства

1. Процесс получения компьютерной модели на основе геометрии исследуемого изделия. Сравнение цифровой модели, полученной с помощью сканирования и САД- модели на базе ЧПУ или на 3D-принтере. Технологии сканирования физических объектов. Практические занятия
2. Подготовка 3D сканера к работе; настройка программного обеспечения; калибровка 3D сканера; сканирование модели; обработка погрешностей 3D сканирования; подготовка цифровой модели к печати.
3. Интерфейс программы 3DS MAX. Начало работы. Файлы. Настройка конфигурации видовых окон. Панель с кнопками управления видовыми окнами. Перемещение объекта. Масштабирование Системы координат. Центр преобразования. Клонирование объектов. Создание простых объектов. Единицы измерения
4. Привязка к сетке. Массивы Основные команды. Работа со стандартными примитивами Стандартные примитивы. Создание конструкций из примитивов, рендеринг Модификаторы. Сплайны, тела вращения
5. Выдавливание, фаски, лофтинг. Простые ландшафты.
6. Редактор материалов. Compact Material Editor. Slate Material Editor Настройки материала Standard. Материал Standard. Составные материалы. Многокомпонентный материал Multi/Sub-Object Материалы типа Raytrace и Multi/Sub-Object. Работа с текстурными картами, параметр Amount и канал Bump Подробнее о каналах. Текстуры карты
7. Параметрическое проецирование текстурных карт.
8. Применение модификатора UVW Map.
9. Материал Multi/Sub-Object и модификатор UVW Map.
10. Проецирование текстурной карты на текстуру Checker.
11. Модификаторы Unwrap UVW, Reactor, Panda.
12. Работа с текстурными картами. Gallon.
13. Паяльное оборудование. Приспособления для фиксации плат и паяльного оборудования при радиомонтажных работах.
14. Вакуумные пинцеты.
15. Механические экстракторы припоя.
16. Антистатический инструмент.
17. Измерители параметров электробезопасности, токовые клещи, кабель-тестеры, калибраторы портативные, мегаомметры и омметры, измерители шума и вибрации.

## **4.1.2. Контрольная работа**

### **4.1.2.1. Порядок проведения.**

Контрольная работа проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности, владение методами, умения и навыки, необходимые для выполнения заданий.



#### **4.1.2.2. Критерии оценивания**

**Баллы в интервале 86-100% () от максимальных ставятся, если обучающийся:**  
Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

#### **4.1.2.3. Содержание оценочного средства.**

1. Основы и особенности SLM -технологии. Используемые материалы и требования к ним.
2. Преимущества и недостатки SLM -печати.
3. Основы и особенности SLS технологии. Используемые материалы и требования к ним.
4. Преимущества и недостатки SLS -печати. Применение в медицине. Основы и особенности SLA технологии. Используемые материалы и требования к ним.
5. Преимущества и недостатки SLA -печати. Применение в медицине.

### **4.1.3. Проверка практических навыков**

#### **4.1.3.1 Порядок проведения и процедура оценивания.**

На практическом занятии проверяется практические навыки путём выполнения обучающимися практических заданий в условиях, полностью или частично приближенных к условиям профессиональной деятельности. Проверяется знание теоретического материала, необходимое для правильного совершения необходимых действий, умение выстроить последовательность действий, практическое владение приёмами и методами решения профессиональных задач.

#### **4.1.3.2. Критерии оценивания**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.



**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

### **4.1.3.3. Содержание оценочного средства.**

Проведение лабораторных работ по следующим темам:

1. Нанесение на платформу печатающей головкой через большое количество форсунок жидкого фотополимера.
2. Послойное отверждение ультрафиолетовым проектором.
3. Печать высококачественных и детализированных прототипов.
4. Печать моделей для литья по выжигаемым и выплавляемым моделям.
5. Обработки трехмерной цифровой модели.
6. Описание схемы RepRap.
7. Виды контроллеров схемы RepRap (Arduino Mega, Arduino Nano, RAMPS, Generation Electronics, Sanguinololu).
8. Программирование контроллера G-кодом.
9. Схема подключения устройств к контроллеру.
10. Подключение к контроллеру ЖК дисплея.
11. Установка переменного резистора для регулирования напряжения.

### **4.1.4. Тест**

#### **4.1.4.1. Порядок проведения и процедура оценивания.**

Тест проводится в часы аудиторной работы. Обучающиеся получают тестовые задания для проверки усвоения пройденного материала. Работа выполняется в письменном виде и сдаётся преподавателю. Оцениваются владение материалом по теме работы, аналитические способности.

#### **4.1.4.2. Критерии оценивания**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Правильно выполнены все задания. Продемонстрирован высокий уровень владения материалом. Проявлены превосходные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Правильно выполнена большая часть заданий. Присутствуют незначительные ошибки. Продемонстрирован хороший уровень владения материалом. Проявлены средние способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Задания выполнены более чем наполовину. Присутствуют серьёзные ошибки. Продемонстрирован удовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены низкие способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Задания выполнены менее чем наполовину. Продемонстрирован неудовлетворительный уровень владения материалом. Проявлены недостаточные способности применять знания и умения к выполнению конкретных заданий.

#### **4.1.4.3. Содержание оценочного средства.**

Тестовые вопросы:

1. Типы кристаллических решеток (несколько вариантов ответа):
  - а. Молекулярная
  - б. Ионная
  - в. металлическая
  - г. атомная
2. Виды дефектов в кристаллах (несколько вариантов ответа):
  - а. точечные
  - б. линейные
  - в. двумерные
  - г. объемные
3. Виды аддитивных технологий производства (несколько вариантов ответа):
  - а. UV-облучение
  - б.экструзия
  - в. струйное напыление
  - г.сплавление
  - д.ламинирование
4. Послойное нанесение расплавленной массы полимерного материала путем прохождения по заданной траектории экструдера-податчика входит в основу технологии...
  - а. FDM
  - б. SLS
  - в. SLM
  - г. DLP
5. Виды металлической 3D-печати (несколько вариантов ответа):
  - а Струйная трехмерная печать (3DP)
  - б Печать методом ламинирования (LOM)
  - в Послойное наплавление (FDM/FFF)
  - г Выборочное лазерное спекание (SLS) и прямое спекание металлов (DMLS)
  - д Выборочная лазерная (SLM) и электронно-лучевая плавка (EBM)
  - е Прямое лазерное аддитивное построение (CLAD)
  - ж Произвольная электронно-лучевая плавка (EBF<sub>3</sub>)

## **4.2. Оценочные средства промежуточной аттестации**

### **4.2.1. Устный ответ на вопросы к экзамену**

Экзамен по дисциплине " Аддитивные технологии и 3D-реконструкция " проставляется обучающемуся при выполнении и успешной защите устного опроса, практических занятий и ответа на вопросы к экзамену.

#### **4.2.1.1. Порядок проведения.**

Студент тянет билет, в каждом билете два вопроса. На подготовку дается 40 минут. Студент может делать записи при подготовке к ответу и пользоваться ими при ответе, однако, чтение ответа по листку бумаги не принимается. Не допускается использование каких-либо источников информации, кроме билета. Преподаватель выслушивает устный ответ студента по вопросам, задает дополнительные и уточняющие вопросы.

#### **4.2.1.2. Критерии оценивания.**

**Баллы в интервале 86-100% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Тема раскрыта полностью. Продемонстрировано превосходное владение материалом. Используются надлежащие источники в нужном количестве. Структура работы соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы высокая.



**Баллы в интервале 71-85% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Тема в основном раскрыта. Продемонстрировано хорошее владение материалом. Используются надлежащие источники. Структура работы в основном соответствует поставленным задачам. Степень самостоятельности работы средняя.

**Баллы в интервале 56-70% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Тема раскрыта слабо. Продемонстрировано удовлетворительное владение материалом. Использованные источники и структура работы частично соответствуют поставленным задачам. Степень самостоятельности работы низкая.

**Баллы в интервале 0-55% от максимальных ставятся, если обучающийся:**

Тема не раскрыта. Продемонстрировано неудовлетворительное владение материалом. Использованные источники недостаточны. Структура работы не соответствует поставленным задачам. Работа несамостоятельна.

#### **4.2.1.3. Содержание оценочного средства**

1. История развития аддитивных технологий.
2. Понятие о технологиях трехмерного моделирования и трехмерной печати. Виды 3D-моделирования. Среды создания трехмерных моделей.
3. Основы и особенности FDM-технологии. Используемые материалы и требования к ним. Преимущества и недостатки FDM-печати. Применение в медицине.
4. Теоретические основы биосовместимости материалов.
5. Требования к материалам, используемым в медицине.
6. Методы исследования свойств материалов медицинского назначения.
7. Основы и особенности SLM -технологии. Используемые материалы и требования к ним. Преимущества и недостатки SLM -печати.
8. Основы и особенности SLS -технологии. Используемые материалы и требования к ним. Преимущества и недостатки SLS -печати.
9. Основы и особенности SLA -технологии. Используемые материалы и требования к ним. Преимущества и недостатки SLA -печати. Применение в медицине.
10. Паяльное оборудование. Приспособления для фиксации плат и паяльного оборудования при радиомонтажных работах.
11. Вакуумные пинцеты.
12. Механические экстракторы припоя.
13. Антистатический инструмент.
14. Измерители параметров электробезопасности, токовые клещи, кабель- тестеры, калибраторы портативные, мегаомметры и омметры, измерители шума и вибрации.
15. Нанесение на платформу печатающей головкой через большое количество форсунок жидкого фотополимера.
16. Послойное отверждение ультрафиолетовым проектором.
17. Описание схемы RepRap.
18. Виды контроллеров схемы RepRap (Arduino Mega, Arduino Nano, RAMPS, Generation Electronics, Sanguinololu).
19. Программирование контроллера G-кодом.
20. Схема подключения устройств к контроллеру.

### **Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника  
Профиль подготовки Робототехника и искусственный интеллект  
Квалификация выпускника: бакалавр  
Форма обучения: очное  
Язык обучения: русский  
Год начала обучения по образовательной программе: 2024

#### **Основная литература:**

1. Лазерные аддитивные технологии в машиностроении : учебное пособие / А. Г. Григорьянц, И. Н. Шиганов, А. И. Мисюров, Р. С. Третьяков ; под ред. А. Г. Григорьянца. - Москва : МГТУ им. Баумана, 2018. - 280 с. - ISBN 978-5-7038-4976-7. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1964155> (дата обращения: 10.09.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Симонян, Л. М. Современные методы и технологии специальной электрометаллургии и аддитивного производства : теория и технология спецэлектрометаллургии : курс лекций / Л. М. Симонян, А. Е. Семин, А. И. Кочетов. - Москва : Изд. Дом НИТУ «МИСиС», 2017. - 182 с. - ISBN 978-5-906846-96-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1242920> (дата обращения: 10.09.2023). – Режим доступа: по подписке.
3. Тарасова, Т. В. Аддитивное производство : учебное пособие / Т.В. Тарасова. — Москва : ИНФРА-М, 2024. — 196 с. — (Высшее образование). — DOI 10.12737/textbook\_5c25c2b3a03f99.16774025. - ISBN 978-5-16-014676-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/2073481> (дата обращения: 10.09.2023). – Режим доступа: по подписке.
4. Валетов В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы): учеб. пособие. В. А. Валетов - СПб. Университет ИТМО. 2015 - 63 с. Режим доступа: <https://books.ifmo.ru/file/pdf/1832.pdf>
5. Шкуро, А.Е. Технологии и материалы 3D-печати: учеб. пособие/А.Е. Шкуро, П.С. Кривоногов. - Екатеринбург: Изд-во УГЛТУ, 2017. - 101 с. Режим доступа: <https://elar.usfeu.ru/bitstream/123456789/6617/1/Shkuro.pdf>
6. Аббасов, И. Б. Основы трехмерного моделирования в 3ds Max 2018: учеб. пособие / И. Б. Аббасов. - 2-е изд. - Саратов: Профобразование, 2019. - 186 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/88001.html>

#### **Дополнительная литература:**

1. Туев, В. И. Аддитивные технологии производства устройств радиоэлектроники : учебное пособие / В. И. Туев. - Томск : Изд-во Томск. гос. ун-та си-стем упр. и радиоэлектроники, 2020. - 90 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1850067> (дата обращения: 10.09.2023). – Режим доступа: по подписке.
2. Аддитивные технологии : лабораторный практикум / М. В. Терехов, Л. Б. Филиппова, А. А. Мартыненко [и др.]. - Москва : ФЛИНТА, 2018. - 74 с. - ISBN 978-5-9765-4021-7. - Текст :

электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1860049> (дата обращения: 10.09.2023).  
– Режим доступа: по подписке.

3. Пластун, А. Т. Синтез структур аддитивного подмножества бесщеточных совмещенных возбуждательных устройств синхронных машин : учебное пособие / А. Т. Пластун. - Екатеринбург : Изд-во Уральского ун-та, 2016. - 320 с. - ISBN 978-5-7996-1794-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1958375> (дата обращения: 10.09.2023).  
– Режим доступа: по подписке.

4. Валетов, В. А. Аддитивные технологии (состояние и перспективы): учебное пособие / В. А. Валетов. - СПб.: Университет ИТМО, 2015. - 58 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65766.html>

5. Виртуальное моделирование, прототипирование и промышленный дизайн: материалы международной научно-практической конференции / А. Balasso, А. Borisenko, S. Gorlatch [и др.]; под редакцией В. А. Немтинов. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. - 375 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63844.html>

6. Полимерные аддитивные технологии: учебное пособие / А.А. Ляпков; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2016. - 114 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65766.html>

**Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Направление подготовки: 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль подготовки Робототехника и искусственный интеллект

Квалификация выпускника: бакалавр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2024

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)

Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010 Браузер Mozilla Firefox

Браузер Google Chrome

Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники,

законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань" , доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных

государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.