

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 30.01.2023 16:41:18

Уникальный программный ключ:

d7a26b9e8ca85e98ac3de2ab454b4659d961f749

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

# Синтез алмазов и высокотвердых материалов ювелирного и технического назначения

Закреплена за подразделением Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов

Направление подготовки

22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ

Профиль

Новые материалы и цифровые технологии литья металлов

Квалификация

**Магистр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**6 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

216

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

аудиторные занятия

54

экзамен 2

самостоятельная работа

126

курсовая работа 2

часов на контроль

36

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	УП	РП		
Неделя	18			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	54	54	54	54
Сам. работа	126	126	126	126
Часы на контроль	36	36	36	36
Итого	216	216	216	216

Программу составил(и):

*д.т.н., профессор, Ножкина Алла Викторовна*

Рабочая программа

**Синтез алмазов и высокотвердых материалов ювелирного и технического назначения**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - магистратура Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.04.02 МЕТАЛЛУРГИЯ (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.04.02 Metallургия, 22.04.02-ММТ-22-2.plx Новые материалы и цифровые технологии литья металлов, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

22.04.02 Metallургия, Новые материалы и цифровые технологии литья металлов, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра литейных технологий и художественной обработки материалов**

Протокол от 18.05.2021 г., №09/20

Руководитель подразделения д.т.н., профессор, Белов Владимир Дмитриевич

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Изучение процессов синтеза алмазов, получение базовых теоретических и практических знаний по процессам синтеза алмазов при различных давлениях, температурах и составах ростовых сред, изучение основных типов современного оборудования, свойств получаемых материалов, а также области применения синтетических алмазов, особенностей их обработки и последние патентные исследования.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.06
2.1	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.2	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Инновационные процессы получения литых заготовок для последующей обработки давлением	
2.2.2	Компьютерные технологии в литейном производстве	
2.2.3	Кристаллизация сплавов в многокомпонентных системах	
2.2.4	Технология пайки металлических и неметаллических материалов	
2.2.5	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.6	Преддипломная практика	

**3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ**

<b>ПК-3: Способен анализировать новые технологические процессы в производстве изделий из металлических и неметаллических материалов</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-3-34	Физико-химические основы современных технологий получения высокотвердых инструментальных материалов
ПК-3-35	Диагностические признаки лабораторно-выращенных алмазов
ПК-3-33	Основные методы и оборудование для синтеза алмазов
ПК-3-31	Перспективные технологии литейного производства
ПК-3-32	Теоретические основы процессов получения высокотвердых инструментальных материалов
<b>Уметь:</b>	
ПК-3-У3	Выбирать методы анализа для оценки качества синтезируемых материалов
ПК-3-У2	Анализировать технологические процессы синтеза
ПК-3-У1	Применять физические и химические методы анализа для определения фазового и примесного составов различных видов синтетических алмазов и сверхтвердых материалов
<b>Владеть:</b>	
ПК-3-В3	Методиками выбора алмазных нанопорошков, поликристаллов синтетических алмазов, спеков и кубического нитрида бора требуемого качества
ПК-3-В2	Методами оценки качества кубического нитрида бора и синтетических алмазов инструментального назначения
ПК-3-В1	Методами анализа морфологического состава и физико-механических свойств синтезируемых материалов

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Формируемые индикаторы компетенций	Литература и эл. ресурсы	Примечание	КМ	Выполняемые работы
	<b>Раздел 1. Классификация сверхтвердых материалов инструментального назначения</b>							
1.1	Классификация сверхтвердых материалов инструментального назначения /Лек/	2	2	ПК-3-31 ПК-3-32	Л1.Л2.2			

1.2	Фазовая диаграмма состояния углерода, физико-химические основы процессов роста кристаллов из пересыщенных растворов углерода в металле в области термодинамической стабильности алмазов /Пр/	2	2	ПК-3-31	Л1.1Л2.7 Э1			
1.3	Способы и технологические получения синтетических алмазов /Пр/	2	2	ПК-3-У1 ПК-3-У2	Л1.1Л2.5 Э1			
	<b>Раздел 2. Физико-химические основы и методы процессов получения синтетических алмазов инструментального назначения</b>							
2.1	Физико-химические основы и методы процессов получения синтетических алмазов инструментального назначения /Лек/	2	2	ПК-3-32	Л2.5Л1.1			
2.2	Получение алмазных порошков. Шихта для синтеза порошков. Химическая обработка продуктов синтеза алмазных порошков. /Пр/	2	4	ПК-3-31	Л1.1Л2.3 Э1			
2.3	Контрольная работа №1 - Классификация сверхтвердых материалов инструментального назначения и физико-химические основы процессов получения синтетических алмазов /Ср/	2	9	ПК-3-33	Л2.2Л1.1 Э1			
	<b>Раздел 3. Технологии синтеза поликристаллических алмазов методами НРНТ</b>							
3.1	Технологии синтеза поликристаллических алмазов методами НРНТ /Лек/	2	2	ПК-3-34	Л1.1Л2.8 Э2			
3.2	Свойства алмазных поликристаллов типа «баллас» и «карбонадо», микроструктура синтетических алмазных поликристаллов. Влияние температуры на структуру и свойства «балласа» и «карбонадо». /Пр/	2	4	ПК-3-35 ПК-3-У1	Л2.2Л1.1 Э1			
	<b>Раздел 4. Технологии синтеза поликристаллических алмазов методами CVD</b>							
4.1	Технологии синтеза поликристаллических алмазов методами CVD /Лек/	2	2	ПК-3-31	Л1.1Л2.9			

4.2	Фазовый состав поликристаллических CVD алмазов. КР спектры, спектры фотолюминесценции CVD алмазов /Пр/	2	4	ПК-3-33 ПК-3-35	Л1.1Л1.1 Э1			
4.3	Контрольная работа №2 - Технологии синтеза поликристаллических кристаллов /Ср/	2	10	ПК-3-33 ПК-3-В1	Л1.1Л1.1 Э1			
	<b>Раздел 5. Методы получения и свойства алмазных твердосплавных пластин</b>							
5.1	Методы получения и свойства алмазных твердосплавных пластин /Лек/	2	2	ПК-3-33	Л1.1Л2.7			
5.2	Физико-химические основы получения алмазных твердосплавных пластин /Пр/	2	2	ПК-3-34	Л1.1Л1.1 Э1			
5.3	Получение спеков алмазных порошков. Спекание смеси порошков алмаза и связки. Получение алмазного композиционного материала путем пропитки алмазного порошка связкой при высоких давлениях и температурах. Получение алмазных твердосплавных пластин. /Пр/	2	2	ПК-3-35 ПК-3-В2	Л1.1Л2.2 Э1			
	<b>Раздел 6. Поликристаллические синтетические алмазы, получаемые методом спекания</b>							
6.1	Поликристаллические синтетические алмазы, получаемые методом спекания /Лек/	2	2	ПК-3-У3 ПК-3-В2	Л1.1Л1.1 Э3			
6.2	Сравнительная характеристика свойств синтетических алмазов, полученных различными методами /Пр/	2	4	ПК-3-34 ПК-3-У2	Л2.5Л1.1 Л1.1 Э1			
	<b>Раздел 7. Методы получения и свойства алмазов динамического синтеза</b>							
7.1	Методы получения и свойства алмазов динамического синтеза /Лек/	2	2	ПК-3-33	Л2.2Л2.5			
7.2	Фазовый состав наноалмазов. Фазовый состав лонсдейлитсодержащих наноалмазов. КР спектры наноалмазов. Спектры фотолюминесценции наноалмазов. /Пр/	2	4	ПК-3-У1	Л2.2Л1.1 Э1			

7.3	Контрольная работа №3 - Поликристаллические синтетические алмазы и твердосплавные пластины /Ср/	2	18	ПК-3-32 ПК-3-У1	Л1.1Л1.1 Э1		КМ3	
	<b>Раздел 8. Методы нанесения покрытий на алмазы инструментального назначения и их свойства</b>							
8.1	Методы нанесения покрытий на алмазы инструментального назначения и их свойства /Лек/	2	2	ПК-3-31 ПК-3-В3	Л1.1Л2.3			
8.2	Виды специальных покрытий на алмазы инструментального назначения /Пр/	2	4	ПК-3-В3	Л1.1Л2.2			
	<b>Раздел 9. Физико-химические методы синтеза и свойства кубического нитрида бора</b>							
9.1	Физико-химические методы синтеза и свойства кубического нитрида бора /Лек/	2	2	ПК-3-В1	Л1.1Л2.2			
9.2	Полиморфные разновидности нитрида бора и их кристаллическая структура. Классификация высокотвердых материалов на основе высокоплотных модификаций кубического нитрида бора по физическим и технологическим свойствам /Пр/	2	2	ПК-3-У2	Л2.2Л1.1 Э1			
9.3	Двухслойные пластины на основе кубических модификаций нитрида бора /Пр/	2	1	ПК-3-В1	Л1.1Л1.1			
9.4	Термическая стабильность сверхтвердых фаз нитрида бора /Пр/	2	1	ПК-3-32	Л2.2Л2.5			
9.5	Подготовка и сдача Курсовой работы Итоговая контрольная работа /Ср/	2	89	ПК-3-31 ПК-3-32 ПК-3-33 ПК-3-34 ПК-3-35	Л1.1Л2.2 Л1.1 Э1 Э4 Э5 Э6 Э7			Р1

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

#### 5.1. Контрольные мероприятия (контрольная работа, тест, коллоквиум, экзамен и т.п), вопросы для самостоятельной подготовки

Код КМ	Контрольное мероприятие	Проверяемые индикаторы компетенций	Вопросы для подготовки
--------	-------------------------	------------------------------------	------------------------

КМ1	Контрольная работа №1 - Классификация сверхтвердых материалов инструментального назначения и физико-химические основы процессов получения синтетических алмазов	ПК-3-31;ПК-3-У2	Перспективные технологии литейного производства Какие перспективные технологии литейного производства вы знаете Современные способы получения алмазного инструмента области применения алмазного инструмента в литейном производстве  Основные методы синтеза кубического нитрида бора в области термодинамической стабильности алмаза. Метод и оборудование для получения кубического нитрида бора при высоких давлениях и температурах (НРНТ). Основные методы синтеза алмазов в области термодинамической стабильности алмаза. Метод и оборудование для получения порошков кубического нитрида бора при высоких давлениях и температурах Метод и оборудование для получения поликристаллического кубического нитрида бора при высоких давлениях и температурах. Оборудование для получения алмазов методом взрыва Основное оборудование и требование к материалам для получения алмазов методом осаждения из газовой фазы Оборудование для получения алмазных порошков при высоких давлениях и температурах Оборудование для получения поликристаллических алмазов при высоких давлениях и температурах Методы получения алмазов взрывом
КМ2	Контрольная работа №2 - Технологии синтеза поликристаллических кристаллов	ПК-3-32;ПК-3-33	Теоретические основы процессов получения высокотвердых инструментальных материалов Фазовая диаграмма состояния углерода, физико-химические основы процессов роста кристаллов из пересыщенных растворов углерода в металле в области термодинамической стабильности алмазов. Фазовая диаграмма состояния кубического нитрида бора. Полиморфные разновидности нитрида бора и их кристаллическая структура. Получение алмазных порошков. Шихта для синтеза порошков. Химическая обработка продуктов синтеза алмазных порошков. Способы и технологические получения синтетических алмазов
КМ3	Контрольная работа №3 - Поликристаллические синтетические алмазы и твердосплавные пластины	ПК-3-34;ПК-3-35;ПК-3-У3	Физико-химические основы современных технологий получения высокотвердых инструментальных материалов. Физико-химические основы процессов синтеза алмазов в области термодинамической стабильности алмаза. Физико-химические основы процессов синтеза кубического нитрида бора в области термодинамической стабильности алмаза. Состав шихты для получения алмаза методом взрыва Физико-химические основы получения алмазов методом (CVD) технология синтеза алмазов из газовой фазы Очистка продуктов взрыва от не алмазного углерода и примесей. Методы выделения кубического нитрида бора из продуктов синтеза. Фазовый состав наноалмазов. Фазовый состав лондейлитсодержащих наноалмазов. Свойства алмазных поликристаллов типа «баллас» и «карбонадо», микроструктура синтетических алмазных поликристаллов. Влияние температуры на структуру и свойства «балласа» и «карбонадо».
<b>5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)</b>			
Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы

P1	Курсовая работа	ПК-3-В1;ПК-3-В3;ПК-3-В2;ПК-3-У1;ПК-3-31;ПК-3-32	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Получение поликристаллических алмазов методом спекания при высоких давлениях и температурах</li> <li>2. Получение порошков синтетических алмазов методом HPHT и их свойства.</li> <li>3. Синтез поликристаллических алмазов типа «Карбонадо» при различных РТ условиях .</li> <li>4. Основные методы получения крупных монокристаллов синтетических алмазов.</li> <li>5. Методы синтеза абразивных порошков из кубического нитрида бора и их свойства.</li> <li>6. Методы получения режущих пластин и их свойства.</li> </ol>
----	-----------------	---	---

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Проверка знаний студентов на экзамене будет проводиться путём устного опроса по экзаменационным билетам. Каждый билет включает в себя два вопроса.

Пример экзаменационного билета:

1. Основные методы синтеза алмазов в области термодинамической стабильности алмаза.
2. Сравнительная характеристика свойств синтетических алмазов, полученных различными методами.

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Допуском к экзамену является выполнение всех контрольных работ в LMS CANVAS, с показателем успеваемости более 65%

Рекомендательный характер - посещение более 65% практических и лекционных занятий

Система оценивания курсовой работы:

КР должна быть написана на листах формата А4 чётким разборчивым почерком (или распечатана) в соответствии с нормами ГОСТ-7.32-2001. В тексте работы должны быть представлены все произведённые расчёты, все промежуточные и конечные результаты. Допустимы сокращения, только общепринятые в современном русском техническом языке. Задание на работу должно быть помещено непосредственно после титульного листа. Страницы работы должны быть пронумерованы. Листы работы следует скрепить степлером (не скрепкой!). Все использованные данные, кроме тех, что указаны в задании, должны быть снабжены ссылками на источники ([5], [6] и т.д.). Перечень этих источников должен быть в конце работы. Все чертежи должны соответствовать ГОСТ и включать.

При защите КР студент устно отвечает на вопросы преподавателя по его заданию. Работа считается сданной, если студент смог ответить на вопросы преподавателя.

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине используется следующая шкала оценок:

«отлично» – студент показывает глубокие, исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно действует по применению полученных знаний на практике, грамотно и логически стройно излагает материал при ответе, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает дополнительно рекомендованную литературу; «хорошо» – студент показывает твердые и достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике, четко излагает материал;

«удовлетворительно» – студент показывает знания в объеме пройденной программы, ответы излагает хотя и с ошибками, но уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

«неудовлетворительно» – студент допускает грубые ошибки в ответе, не понимает сущности излагаемого вопроса, не умеет применять знания на практике, дает неполные ответы на дополнительные и наводящие вопросы.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Поляков В. П., Ножкина А. В., Чириков Н. В.	Алмазы и сверхтвердые материалы: Учеб. пособие для вузов	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1990
Л2.2	Полушин Н. И., Ермолаев А. А., Лаптев А. И.	Процессы получения и свойства сверхтвердых материалов: Разд.: Определение свойств сверхтвердых материалов: Лаб. практикум для студ. спец. 07.08.00	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2000

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Манухин А. В.	Физико-химия взаимодействия алмазов с металлами, сплавами и соединениями: лаб. практикум для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1987
Л2.4	Ножкина А. В., Костиков В. И., Варенков А. Н., Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов: Разд.: Физико-химические свойства алмазов: курс лекций для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1986
Л2.5	Поляков В. П., Ножкина А. В., Павлов Ю. А.	Физико-химические свойства и процессы получения алмазов и других высокотвердых материалов: Разд.: Получение и свойства синтетических алмазов: учеб. пособие для студ. спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1983
Л2.6	Лаптев А. И., Ермолаев А. А.	Алмазные поликристаллические материалы. Механизм и кинетика синтеза поликристаллического алмаза: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 2008
Л2.7	Полушин Н. И., Калашников Я. А., Спицын Б. В.	Процессы получения и свойства сверхтвердых материалов: практикум	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2009
Л2.8	Полушин Н. И., Лаптев А. И., Сорокин М. Н., др.	Сверхтвердые материалы. Процессы получения и свойства сверхтвердых материалов: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подг. бакалавров и магистров 150100 'Материаловедение и технологии материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014
Л2.9	Полушин Н. И., Ермолаев А. А., Лаптев А. И.	Сверхтвердые материалы. Определение свойств сверхтвердых материалов: практикум: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. 150100 'Материаловедение и технологии материалов' и спец. 150701 'Физико-химия процессов и материалов'	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	22.04.02 СИНТЕЗ АЛМАЗОВ И ВЫСОКОТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ЮВЕЛИРНОГО И ТЕХНИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ (1 год обучения)	<a href="https://lms.misis.ru/courses/7749">https://lms.misis.ru/courses/7749</a>
Э2	Laboratory-Grown Diamonds: Updates and Identification   GIA Knowledge Sessions Webinar Series	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=35ZSy_y5Umc">https://www.youtube.com/watch?v=35ZSy_y5Umc</a>
Э3	Laboratory-Grown Diamonds from China (Mandarin)   GIA Knowledge Sessions Webinar Series	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZWig1FEgwel">https://www.youtube.com/watch?v=ZWig1FEgwel</a>
Э4	Полнотекстовая электронная библиотека МИСиС	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a>
Э5	Научная электронная библиотека eLIBRARY	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>
Э6	Реферативная база данных по мировым научным публикациям Web of Science	<a href="http://www.webofscience.com">http://www.webofscience.com</a>
Э7	Национальная электронная библиотека	<a href="https://rusneb.ru">https://rusneb.ru</a>

**6.3 Перечень программного обеспечения**

П.1	Лицензии ПО Windows Server CAL ALNG LicSAPk MVL DvcCAL, ПО WinEDUA3 ALNG SubsVL MVL PerUsr и PerUsr
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams
П.5	WinRAR

**6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных**

И.1	<a href="http://elibrary.misis.ru/">http://elibrary.misis.ru/</a> - электронная библиотека НИТУ "МИСИС"
И.2	<a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a> - Полнотекстовая Университетская библиотека онлайн
И.3	<a href="http://www.sciencedirect.com">www.sciencedirect.com</a> - база полнотекстовых научных журналов и книг издательства Эльзевир
И.4	<a href="https://link.springer.com">https://link.springer.com</a> - (коллекция Freedom) - база полнотекстовых научных журналов издательства Эльзевир

**7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ**

Ауд.	Назначение	Оснащение
Г-455	Аудитория для самостоятельной работы студентов и курсового проектирования:	комплект учебной мебели на 12 рабочих мест, ноутбуки с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду университета
Читальный зал электронных ресурсов		комплект учебной мебели на 55 мест для обучающихся, 50 ПК с доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus.
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus
Любой корпус Мультимедийная	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	комплект учебной мебели до 36 мест для обучающихся, мультимедийное оборудование, магнитно-маркерная доска, рабочее место преподавателя, ПКс доступом к ИТС «Интернет», ЭИОС университета через личный кабинет на платформе LMS Canvas, лицензионные программы MS Office, MS Teams, ESET Antivirus

**8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий, курсовых проектов, тестов, задач и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате LMS Канвас, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.

Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.

На практических занятиях и при выполнении курсового проекта осваиваются как классические методы решения задач, так и с использованием пакетов прикладных программ. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций и практических занятий с широким привлечением мультимедийной техники, и современных пакетов прикладных программ, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам (математика, информатика, теоретическая механика, сопротивление материалов, детали

машин и др.).

В конце каждого практического занятия рекомендуется проводить 10-15 минутный тестовый контроль для оценки уровня усвоения материала каждым студентом. Дисциплина относится к техническим наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей аттестации. Выполнение курсового проекта и домашних заданий проводится с широким использованием компьютерных программ, как для проведения расчетов, так и для их оформления.