

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 28.04.2023 10:51:07

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)

# Цифровые двойники производственных объектов

Закреплена за подразделением

Кафедра инфокоммуникационных технологий

Направление подготовки

09.03.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Профиль

Квалификация

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная**

Общая трудоемкость

**4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану

144

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 7

аудиторные занятия

51

самостоятельная работа

39

часов на контроль

54

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	7 (4.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	17	17	17	17
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	51	51	51	51
Контактная работа	51	51	51	51
Сам. работа	39	39	39	39
Часы на контроль	54	54	54	54
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

*д.т.н., проф., Халкечев Руслан Кемалович*

Рабочая программа

**Цифровые двойники производственных объектов**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 09.03.02 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.03.02 Информационные системы и технологии, 09.03.02-БИСТ-22.plx , утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 22.09.2022, протокол № 8-22

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.03.02 Информационные системы и технологии, , утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 22.09.2022, протокол № 8-22

Рабочая программа одобрена на заседании

**Кафедра инфокоммуникационных технологий**

Протокол от 24.06.2021 г., №8

Руководитель подразделения Калашников Е.А.

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	Формирование компетенций в соответствии с учебным планом, а так же изучение обучающимися существующих методов и средств разработки цифровых двойников производственных объектов.
-----	--

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Блок ОП:		Б1.В.ДВ.05
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>	
2.1.1	Интернет вещей	
2.1.2	Разработка мобильных приложений	
2.1.3	Методы оптимизации	
2.1.4	Оптимизация клиент-серверных приложений	
2.1.5	Основы теории систем и системного анализа	
2.1.6	Теория информационных процессов и систем	
2.1.7	Цифровая электроника	
2.1.8	Алгоритмы дискретной математики	
2.1.9	Математика	
2.1.10	Операционные системы и среды	
2.1.11	Разработка клиент-серверных приложений	
2.1.12	Сетевые технологии	
2.1.13	Базы данных	
2.1.14	Технологии программирования	
2.1.15	Физика	
2.1.16	Объектно-ориентированное программирование	
2.1.17	Вычислительные машины, сети и системы	
2.1.18	Инженерная компьютерная графика	
2.1.19	Программирование и алгоритмизация	
2.1.20	Введение в специальность	
2.1.21	Компьютерное зрение	
2.1.22	Программируемые логические контроллеры	
2.1.23	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.24	Русский язык как иностранный	
2.1.25	Технология разработки ПО	
2.1.26	Системы управления технологическими процессами и производствами	
2.1.27	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.28	Производственная практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	
2.1.29	Разработка сетевых приложений на языке программирования Python	
2.1.30	Учебная практика по получению первичных профессиональных умений	
2.1.31	Моделирование информационных процессов и систем	
2.1.32	Метрология, стандартизация, сертификация	
2.1.33	Решение задач с использованием прикладного ПО	
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>	
2.2.1	Инструменты DevOps	
2.2.2	Информационные системы "Умный город"	
2.2.3	Программно-аппаратные платформы корпоративных информационных систем	
2.2.4	Проектирование информационных систем	
2.2.5	Типовые интерфейсы и сетевое оборудование	
2.2.6	Аппаратные средства хранения и обработки данных	
2.2.7	Интеллектуальные информационные системы	
2.2.8	Компьютерные технологии управления	
2.2.9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.10	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

2.2.12	Преддипломная практика для выполнения выпускной квалификационной работы
--------	---

<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>	
<b>ОПК-2: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-2-31 основы цифрового проектирования и моделирования технологических процессов и производств в различных отраслях промышленности	
<b>ПК-1: Способность создавать (модифицировать) и сопровождать информационные системы и инфокоммуникационные технологии цифровой экономики</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-1-31 методы синтеза и модификации информационных систем и технологий цифровой экономики	
<b>ОПК-7: Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов</b>	
<b>Знать:</b>	
ОПК-7-31 основы моделирования, анализа и планирования экспериментов при проектировании цифровых двойников производственных объектов	
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
<b>Знать:</b>	
УК-1-31 методы анализа цифровых двойников производственных объектов и систем с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов	
<b>ПК-2: Способность обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию и результаты исследований по отдельным разделам темы</b>	
<b>Знать:</b>	
ПК-2-31 методы обработки, анализа и обобщения научно-технической информации и результаты исследований в области разработки цифровых двойников производственных объектов	
<b>ПК-1: Способность создавать (модифицировать) и сопровождать информационные системы и инфокоммуникационные технологии цифровой экономики</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1-У1 выбирать наиболее оптимальные методы разработки и модификации информационных систем и технологий цифровой экономики	
<b>ПК-2: Способность обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию и результаты исследований по отдельным разделам темы</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-2-У1 выбирать наиболее оптимальные методы обработки, анализа и обобщения научно-технической информации и результаты исследований в области разработки цифровых двойников производственных объектов	
<b>ОПК-7: Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-7-У1 применять методы математического моделирования, анализа и планирования экспериментов при проведении исследований в области проектирования цифровых двойников производственных объектов	
<b>ОПК-2: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности</b>	
<b>Уметь:</b>	
ОПК-2-У1 выбирать современные информационные технологии и программные средства, в том числе отечественного производства при решении задач проектирования цифровых двойников производственных объектов	
<b>УК-1: Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, умение анализировать процессы и системы с использованием соответствующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов, применять системный подход для решения поставленных задач</b>	
<b>Уметь:</b>	
УК-1-У1 выбирать наиболее оптимальные аналитические, вычислительные и экспериментальные методы для исследования цифровых двойников производственных объектов	
<b>Владеть:</b>	
УК-1-В1 навыком применения аналитических, вычислительных и экспериментальных методов для анализа цифровых двойников производственных объектов	

<b>ПК-2: Способность обрабатывать, анализировать и обобщать научно-техническую информацию и результаты исследований по отдельным разделам темы</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-2-В1 навыками построения математических моделей, анализа и обобщения результатов исследований с целью проектирования цифровых двойников производственных объектов
<b>ОПК-7: Способен участвовать в настройке и наладке программно-аппаратных комплексов</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-7-В1 навыками построения математических моделей, анализа и планирования экспериментов с целью проектирования цифровых двойников производственных объектов
<b>ОПК-2: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, и использовать их при решении задач профессиональной деятельности</b>
<b>Владеть:</b>
ОПК-2-В1 навыком применения современных информационных технологий и программных средств, в том числе отечественного производства, при решении задач проектирования цифровых двойников производственных объектов
<b>ПК-1: Способность создавать (модифицировать) и сопровождать информационные системы и инфокоммуникационные технологии цифровой экономики</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1-В1 навыком применение аналитических методов разработки и модификации информационных систем и технологий цифровой экономики

#### 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. Цифровое моделирование производственных объектов</b>							
1.1	Цифровые двойники (основные понятия, виды, примеры). Математическое моделирование как основа разработки цифровых двойников производственных объектов /Лек/	7	2	ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1,К М3	
1.2	Применение тензорного исчисления в задачах цифрового моделирования производственных объектов /Пр/	7	4	ОПК-7-У1 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1,К М3	
1.3	Методы математического моделирования напряженно-деформированного состояния производственных объектов /Лек/	7	4	ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1,К М3	
1.4	Разработка математических моделей деформирования и разрушения производственных объектов /Пр/	7	8	УК-1-У1 УК-1-В1 УК-1-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1,К М3	

1.5	Методологии математического моделирования технологических процессов производственных объектов /Ср/	7	19	ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1,К М3	
<b>Раздел 2. Методология разработки цифровых двойников</b>								
2.1	Стандарты разработки спецификации требований к цифровым двойникам производственных объектов /Лек/	7	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ2,К М3	
2.2	Унифицированные методы описания требований к цифровым двойникам производственных объектов /Пр/	7	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ2,К М3	
2.3	Разработка диаграмм взаимодействия цифровых двойников производственных объектов /Пр/	7	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ2,К М3	
2.4	Методология проектирования цифровых двойников технологических объектов /Лек/	7	4	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ2,К М3	
2.5	Разработка архитектуры программного обеспечения цифровых двойников производственных объектов /Пр/	7	6	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ2,К М3	
2.6	Шаблоны проектирования программного обеспечения цифровых двойников производственных объектов /Пр/	7	2	ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ2,К М3	
2.7	Методологии реализации и тестирования цифровых двойников производственных объектов /Лек/	7	3	ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ2,К М3	
2.8	Моделирование процессов реализации цифровых двойников производственных объектов /Пр/	7	6	ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ2,К М3	

2.9	Методы проектирования и инструментальные средства разработки программного обеспечения цифровых двойников производственных объектов /Ср/	7	20	ОПК-7-31 ОПК-7-У1 ОПК-7-В1 ОПК-2-31 ОПК-2-У1 ОПК-2-В1 УК-1-31 УК-1-У1 УК-1-В1 ПК-2-В1 ПК-1-31 ПК-1-У1 ПК-1-В1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э2		КМ3	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 "Моделирование напряженно-деформированного состояния производственных объектов"	ОПК-7-31;ОПК-7-У1;ОПК-7-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основные методы построения математических моделей производственных объектов.</li> <li>2. Определение деформационных свойств производственных объектов.</li> <li>3. Определение тензора напряжений в сплошной среде, описывающей производственный объект.</li> <li>4. Определение тензора деформаций в сплошной среде, описывающей производственный объект.</li> <li>5. Моделирование процесса разрушения производственного объекта как неоднородной анизотропной сплошной среды.</li> </ol>
КМ2	Контрольная работа №2 "Разработка программно-аппаратной архитектуры цифровых двойников производственных объектов"	ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;ПК-2-В1;ПК-2-У1;ПК-2-31;ПК-1-В1;ПК-1-У1;ПК-1-31	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Техническое задание на разработку цифрового двойника.</li> <li>2. Разработка и исследование математической модели производственного объекта.</li> <li>3. Разработка высокоуровневой и детализированной программно-аппаратной архитектуры цифрового двойника производственного объекта.</li> <li>4. Модульное тестирование программного обеспечения цифрового двойника.</li> <li>5. Системное тестирование программного обеспечения цифрового двойника.</li> </ol>

КМЗ	Экзамен	ОПК-7-31;ОПК-7-У1;ОПК-7-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Цифровые двойники (основные понятия, виды, примеры).</li> <li>2. Расчет стоимости разработки цифровых двойников.</li> <li>3. Планирование процесса разработки цифрового двойника.</li> <li>4. Разработка плана контроля качества процесса разработки цифрового двойника.</li> <li>5. Основные этапы разработки цифрового двойника производственного объекта.</li> <li>6. Основные этапы математического моделирования технологических процессов производственных объектов.</li> <li>7. Требования к математическим моделям технологических процессов производственных объектов.</li> <li>8. Определение напряженного состояния в поликристаллических и синтетических материалах при решении задач разработки цифровых двойников.</li> <li>9. Определение величины тензора деформации в поликристаллических и синтетических материалах при решении задач разработки цифровых двойников производственных объектов.</li> <li>10. Определение основных закономерностей деформирования поликристаллических и синтетических материалов при решении задач разработки цифровых двойников производственных объектов.</li> <li>11. Установление основных закономерностей разрушения поликристаллических и синтетических материалов при решении задач разработки цифровых двойников технологических объектов в горной и нефтегазовой промышленности.</li> <li>12. Функциональные требования к цифровым двойникам производственных объектов.</li> <li>13. Построение диаграмм вариантов использования цифровых двойников.</li> <li>14. Детальные требования к цифровым двойникам производственных объектов.</li> <li>15. Построение диаграмм последовательности цифровых двойников производственных объектов.</li> <li>16. Построение диаграмм коммуникации для цифровых двойников производственных объектов.</li> <li>17. Шаблоны проектирования высокоуровневой программной архитектуры цифровых двойников.</li> <li>18. Применение диаграмм развертывания для построения высокоуровневой аппаратной архитектуры цифровых двойников.</li> <li>19. Построение детализированной программной архитектуры цифровых двойников.</li> <li>20. Реализация и интеграция цифровых двойников производственных объектов.</li> <li>21. Модульное и интеграционное тестирование цифровых двойников.</li> <li>22. Сопровождение цифровых двойников производственных объектов.</li> <li>23. Инжиниринговые модели производственных систем.</li> <li>24. Эксплуатационные модели производственных систем.</li> <li>25. Инжиниринговые модели производственных систем.</li> <li>26. Эксплуатационные модели производственных систем.</li> </ol>
-----	---------	---	---

**5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (Курсовая работа, Курсовой проект, РГР, Реферат, ЛР, ПР и т.п.)**

Код работы	Название работы	Проверяемые индикаторы компетенций	Содержание работы
Р1	Расчетно-графическая работа: Объектно-ориентированный анализ и проектирование программного обеспечения цифрового двойника	ОПК-7-31;ОПК-7-У1;ОПК-7-В1;ОПК-2-31;ОПК-2-У1;ОПК-2-В1;УК-1-31;УК-1-У1;УК-1-В1;ПК-2-В1;ПК-1-31;ПК-1-У1;ПК-1-В1;ПК-2-31;ПК-2-У1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Составление спецификации требований для технологического процесса производственного объекта.</li> <li>2. Разработка архитектуры программного обеспечения цифрового двойника.</li> <li>3. Реализация и тестирование программного обеспечения цифрового двойника.</li> </ol>

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

По курсу предусмотрен экзамен. Экзамен проводится для обучающегося, сдавшего все семестровые контрольные мероприятия.

Каждый обучающийся должен ответить на экзаменационный билет, пример которого приведен в приложении. Билеты обновляются ежегодно и утверждаются на заседании кафедры. Сформированные билеты хранятся в методическом кабинете кафедры.

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

По курсу предусмотрен экзамен. Экзамен проводится для обучающегося, сдавшего все семестровые контрольные мероприятия.

Оценка «отлично» - обучающийся 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.

Оценка «хорошо» - обучающийся 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.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся 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;

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

Оценка «не явка» – обучающийся на экзамен не явился

**6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ****6.1. Рекомендуемая литература****6.1.1. Основная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Клюев А. С., Глазов Б. В., Дубровский А. Х., Клюев А. А., Клюев А. С.	Проектирование систем автоматизации технологических процессов	Библиотека МИСиС	М.: Энергоатомиздат, 1990
Л1.2	Глинков Г. М., Маковский В. А., Лотман С. Л., Шапировский М. Р., Глинков Г. М.	Проектирование систем контроля и автоматического регулирования металлургических процессов: Учеб. пособие по курсовому и диплом. проектированию для вузов по спец. 'Автоматизация металлург. пр -ва'	Библиотека МИСиС	М.: Металлургия, 1986
Л1.3	Захаров Н. А., Салихов М. З., Салихов М. З.	Проектирование систем автоматизации: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2011
Л1.4	Горбатюк С. М., Наумова М. Г., Зарапин А. Ю.	Автоматизированное проектирование оборудования и технологий (N 2886): курс лекций	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2015

**6.1.2. Дополнительная литература**

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Вознесенский А. С.	Средства передачи и обработки измерительной информации: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный горный университет, 1999
Л2.2	Дьячко А. Г., Емельянов С. В.	Математические модели металлургических процессов: Разд.: Мат. планирование исследований: Лаб. практикум для студентов спец. 0405	Библиотека МИСиС	М.: Учеба, 1980

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.3	Вознесенский А. С.	Компьютерные методы в научных исследованиях: практикум по лаб.- прак. занятиям и самостоят. раб. для студ. спец. 130401 - Физические процессы горн. и нефтегаз. пр-ва	Электронная библиотека	М.: [МИСиС], 2014
Л2.4	Горбатьюк С. М., Наумова М. Г., Зарапин А. Ю., Тарасов Ю. С.	Информационные технологии в металлургии и машиностроении (N 2529): лаб. практикум	Библиотека МИСиС	М.: [МИСиС], 2017

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

Э1	Жидков А.В. Применение системы ANSYS к решению задач геометрического и конечно-элементного моделирования. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Информационные системы в математике и механике». Нижний Новгород, 2006, 115 с.	<a href="http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2006/1.pdf">http://www.unn.ru/pages/e-library/aids/2006/1.pdf</a>
Э2	AnyLogic - официальный сайт. Обучающие материалы	<a href="https://www.anylogic.ru/resources/books/">https://www.anylogic.ru/resources/books/</a>

### 6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Microsoft Visual Studio 2015
П.2	Microsoft Office
П.3	LMS Canvas
П.4	MS Teams

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

И.1	Научная электронная библиотека eLIBRARY <a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
И.2	Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям <a href="https://polpred.com/news">https://polpred.com/news</a>
И.3	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.4	Аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.5	Аналитическая база (индексы цитирования) Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a>
И.6	Наукометрическая система InCites <a href="https://apps.webofknowledge.com">https://apps.webofknowledge.com</a>
И.7	Научные журналы издательства Elsevier <a href="https://www.sciencedirect.com/">https://www.sciencedirect.com/</a>

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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 Учебная аудитория	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа и/или для проведения практических занятий:	доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Организация занятий направлена на изучение студентами общих вопросов изучаемого курса.

Предусматриваются домашние задания по различным разделам курса в форме подготовки мультимедийных докладов.

Проведение аудиторных занятий предусматривает использование в учебном курсе активных и интерактивных технологий:

- проведение лекций с использованием интерактивных и мультимедийных технологий (презентация в формате MS PowerPoint);
- использование при проведении занятий специализированной лаборатории с возможностью проведения занятий в интерактивной форме;
- использование при проведении занятий активных форм обучения - учебных видеоматериалов и компьютерных тренажеров.

Дисциплина относится к основополагающим 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 и рубежной аттестации.

В связи с использованием во время занятий мультимедийных технологий для проведения практических занятий требуется специализированная мультимедийная аудитория с возможностью показа видеоматериалов с аудиосопровождением и доступом к сети Интернет. Аудитория выбирается в зависимости от количества студентов, изучающих в текущем семестре данную дисциплину, при численности студентов до 30 человек рекомендуется аудитория Л-810, при численности менее 14 человек – Л-813.