

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по учебной и научной работе

Дата подписания: 28.08.2023 15:10:40

Уникальный идентификатор документа:

d7a26b9e8ca85e98ec3de2eb454b4659d061f249

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»

Рабочая программа дисциплины (модуля)

Математические методы оптимизации в подземном строительстве

Закреплена за подразделением Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна
Направление подготовки 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
Профиль BIM-технологии в проектировании и строительстве

Квалификация **Магистр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**
Часов по учебному плану 144 Формы контроля в семестрах:
в том числе: экзамен 4
аудиторные занятия 27
самостоятельная работа 90
часов на контроль 27

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	4 (2.2)		Итого	
	10			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	9	9	9	9
Практические	18	18	18	18
Итого ауд.	27	27	27	27
Контактная работа	27	27	27	27
Сам. работа	90	90	90	90
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

Программу составил(и):

дтн, профессор, Петров Андрей Евгеньевич

Рабочая программа

Математические методы оптимизации в подземном строительстве

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 09.04.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА (приказ от 05.03.2020 г. № 95 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника, 09.04.01-МИВТ-23-1.plx BIM-технологии в проектировании и строительстве, утвержденного Ученым советом НИТУ МИСИС в составе соответствующей ОПОП ВО 22.06.2023, протокол № 5-23

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.04.01 Информатика и вычислительная техника, BIM-технологии в проектировании и строительстве, утвержденной Ученым советом НИТУ МИСИС 22.06.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра автоматизированного проектирования и дизайна

Протокол от 18.06.2020 г., №10

Руководитель подразделения Горбатов Александр Вячеславович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Целью освоения дисциплины "Математические методы оптимизации в подземном строительстве" является подготовка специалистов в области информационных и ВМ-технологий в проектировании, строительстве и эксплуатации технически сложных надземных и подземных комплексов, знающих теоретические основы математических методов оптимизации в подземном строительстве, владеющих новейшими методами проектирования, моделирования, расчета конструкций и сооружений и умеющих их использовать в практической деятельности в строительных организациях
-----	---

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Моделирование геомеханических процессов	
2.1.2	Моделирование и расчет подземных сооружений	
2.1.3	Проектирование и разработка систем поддержки принятия решений	
2.1.4	Строительство городских подземных сооружений	
2.1.5	Строительство метрополитенов	
2.1.6	Алгоритмизация и программирование	
2.1.7	Анализ данных	
2.1.8	Архитектурно-строительная визуализация с применением САД-систем	
2.1.9	Деловая презентационная графика	
2.1.10	Лидерство и управление командой проекта	
2.1.11	Машинное обучение	
2.1.12	Моделирование и расчет строительных конструкций	
2.1.13	Научно-исследовательская работа. Информационные технологии	
2.1.14	Производственная практика	
2.1.15	Типология форм архитектурной среды	
2.1.16	Математические методы компьютерной графики	
2.1.17	Моделирование и анализ бизнес-процессов	
2.1.18	Основы архитектуры и строительных конструкций	
2.1.19	Системы хранения и обработки данных	
2.1.20	Современные методы решения инженерных задач	
2.1.21	Современные технологии защиты информации	
2.1.22	Технологии информационного и математического моделирования в строительстве	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
Знать:
ОПК-1-31 Знает, как самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
УК-1: Способен осуществлять критический анализ новых и сложных инженерных объектов, процессов и систем в междисциплинарном контексте, проблемных ситуаций на основе системного подхода, выбрать и применить наиболее подходящие и актуальные методы из существующих аналитических, вычислительных и экспериментальных методов или новых и инновационных методов, вырабатывать стратегию действий
Знать:
УК-1-31 Способен демонстрировать глубокое знание и понимание фундаментальных наук, а также знания в междисциплинарных областях профессиональной деятельности
ОПК-1: Способен самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде и в междисциплинарном контексте
Уметь:

ОПК-1-У1 Умеет самостоятельно приобретать, развивать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания для решения нестандартных задач, в том числе в новой или незнакомой среде.
УК-6: Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни
Уметь:
УК-6-У1 Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки, участвовать в обучении на протяжении всей жизни
ПК-3: Способен организовать процесс выполнения проектных работ, проведения согласований и экспертиз, сдачи документации техническому заказчику и авторский надзор с применением современных BIM-технологий
Владеть:
ПК-3-В1 Владеет способностью организовать процесс выполнения проектных работ, проведения согласований и экспертиз, сдачи документации техническому заказчику и авторский надзор с применением современных BIM-технологий

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
	Раздел 1. Введение в математические методы оптимизации подземного строительства.							
1.1	Основы создания и развития математических методов оптимизации подземного строительства. Задачи методов оптимизации в технике. Экономический смысл задач оптимизации в подземном строительстве. Примеры задач расчетов затрат на подземные сооружения с применением BIM- технологий. /Лек/	4	1	ОПК-1-31	Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.1 Л1.3 Л1.4 Л1.7Л2.1 Э1			
1.2	Практические занятия по изучению и анализу математических методов оптимизации в технике и для подземного строительства. Экономический смысл задач оптимизации моделей оптимизации подземного производства. /Пр/	4	2	ОПК-1-У1	Л1.5 Л1.1 Л1.1 Л1.6 Л1.1Л2.2 Э1 Э2			
1.3	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям по изучению и анализу математических методов оптимизации в технике и для подземного строительства. /Ср/	4	10	УК-1-31 ПК-3-В1	Л1.2Л2.1Л1.1 Э3 Э4			
	Раздел 2. Двойственные методы оптимизации задач линейного программирования.							

2.1	Математические модели оптимизации подземного производства. Прямая и двойственная задачи линейного программирования. Математические модели задач оптимизации. Базис векторных пространств. Построение симплекс-таблицы. Опорные планы. /Лек/	4	2	УК-1-31 ОПК-1-31	Л1.1Л1.1Л3.1 Э2			
2.2	Практические занятия по разработке математических моделей оптимизации подземного производства. Постановка и расчет прямой и двойственной задачи линейного программирования для подземного производства. /Пр/	4	4	УК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.4Л1.1 Э4 Э5 Э6		КМ1	
2.3	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям по разработке математических моделей оптимизации подземного производства. /Ср/	4	20	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1Л1.1 Э1 Э2			
	Раздел 3. Методы оптимизации подземного строительства с двойственными задач линейного программирования.							
3.1	Задачи линейного программирования (ЗЛП). Геометрический смысл ЗЛП подземного строительства. Симплекс-метод. Двойственность задачи линейного программирования. Критерии двойственности. Двойственный симплекс-метод. Алгоритм расчета. Критерий оптимальности. /Лек/	4	2	УК-1-31 ОПК-1-31	Л1.3 Л1.4Л2.2			
3.2	Практические занятия по расчету примеров задач линейного программирования симплекс-методом и двойственным симплекс-методом. Примеры применения для подземного строительства. /Пр/	4	4	УК-6-У1 ОПК-1-У1 ПК-3-В1	Л1.1 Л1.3Л2.1 Л2.2Л3.1			
3.3	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям по расчету примеров задач линейного программирования симплекс-методом и двойственным симплекс-методом. /Ср/	4	20	УК-1-31 ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.1 Л1.3 Л1.4Л2.1 Л2.8			

	Раздел 4. Применение транспортной задачи для оптимизации подземного строительства							
4.1	Транспортная задача оптимизации маршрутов подземного строительства. Постановка транспортной задачи и математическая модель. Построение опорного плана. Метод северо-западного угла. Метод минимального элемента. Метод аппроксимации Фогеля. Получение оптимального опорного плана методом потенциалов. /Лек/	4	2	УК-1-31 ПК-3-В1	Л1.1Л1.1 Э2 Э4			
4.2	Практические занятия по расчету примеров транспортной задачи оптимизации маршрутов подземного строительства. /Пр/	4	4	УК-6-У1 ПК-3-В1	Л1.4Л1.1 Э1			Р1
4.3	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям по расчету примеров транспортной задачи оптимизации маршрутов подземного строительства. /Ср/	4	20	УК-1-31 ПК-3-В1	Л1.1Л1.1 Э3 Э5			
	Раздел 5. Оптимизация подземного строительства с применением BIM-технологий							
5.1	Оптимизация подземного строительства, информационное моделирование жизненного цикла подземного строительства, как создание, оснащение, эксплуатацию, ремонт, а также ликвидацию подземных сооружений применением BIM технологий. /Лек/	4	2	ОПК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.6Л1.1 Э4 Э5 Э6 Э7			
5.2	Практические занятия по расчету примеров оптимизации маршрутов и затрат жизненного цикла подземного строительства с применением BIM технологий. /Пр/	4	4	УК-1-31	Л1.4Л2.8 Э3 Э4			
5.3	Самостоятельная подготовка к практическим занятиям по расчету примеров оптимизации маршрутов и затрат жизненного цикла подземного строительства с применением BIM технологий. /Ср/	4	20	УК-1-31 ОПК-1-У1	Л1.3Л3.1 Л1.1 Э6 Э7			

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. Практические занятия по разработке математических моделей оптимизации подземного производства. Постановка и расчет прямой и двойственной задачи линейного программирования для подземного производства.	ОПК-1-31;ОПК-1-У1;УК-1-31;УК-6-У1;ПК-3-В1	Сетевая модель подземного строительства; основные потоки. Основные виды математических моделей оптимизации. Идентификация проблемы и постановка цели подземного строительства. Примеры. Поиск необходимой информации для проекта подземного строительства. Постановка задачи линейного программирования. Привести примеры. Геометрический смысл задачи линейного программирования. Прямая и двойственная задачи линейного программирования (ЛП). Примеры. Симплекс-метод в задачах ЛП. Рассмотреть этапы. Два критерия симплекс-метода. Оптимальное решение прямой и двойственной задач линейного программирования. Четыре шага и два критерия алгоритма симплекс-метода. Транспортная задача в проектах подземного строительства. Оптимизация перевозок и снабжения. . Математическая модель транспортной задач. Метод северо-западного угла. Привести примеры. Составить пример задачи оптимизации поставок.
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	Курсовая работа. Практические занятия по расчету примеров транспортной задачи оптимизации маршрутов подземного строительства.	ОПК-1-У1;ПК-3-В1;УК-1-31	Транспортная задача в проектах подземного строительства. Оптимизация перевозок и снабжения. Постановка транспортной задачи и ее математическая модель. Что такое метод северо-западного угла. Привести примеры. Составить пример задачи оптимизации поставок. Как решается транспортная задача методом потенциалов? ВИМ- технологии подземного строительства Привести примеры. Основные этапы жизненного цикла подземного строительства с применением ВИМ- технологий Примеры задач подземного строительства с применением ВИМ- технологий. Оптимизация подземного строительства Примеры информационного моделирование жизненного цикла подземного строительства Отличие метода минимального элемента от метода аппроксимации Фогеля

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

Вопросы для подготовки к экзамену.

1. Системный анализ и цели развития подземного строительства ОПК-1-31 ПК-3-В1
2. Процесс развития подземного строительства. УК-1-31
3. Сетевая модель подземного строительства; основные потоки. ОПК-1-31
4. Основные виды математических моделей оптимизации. УК-1-31
5. Идентификация проблемы и постановка цели подземного строительства. Примеры. УК-1-31
6. Поиск необходимой информации для проекта подземного строительства. ОПК-1-31
7. Постановка задачи линейного программирования. Привести примеры. ОПК-1-У1
8. Геометрический смысл задачи линейного программирования. ПК-3-В1
9. Прямая и двойственная задачи линейного программирования (ЛП). Примеры. ОПК-1-У1
10. Симплекс-метод в задачах ЛП. Рассмотреть этапы. ОПК-1-У1
11. Два критерия симплекс-метода. ПК-3-В1
12. Как получается оптимальное решение прямой и двойственной задач линейного программирования. ОПК-1-У1
13. Четыре шага и два критерия алгоритма симплекс-метода. ОПК-1-У1
14. Транспортная задача в проектах подземного строительства. Оптимизация перевозок и снабжения. ПК-3-В1
15. Постановка транспортной задачи и ее математическая модель. УК-1-31
16. Что такое метод северо-западного угла. Привести примеры. ОПК-1-У1 ПК-3-В1
17. Составить пример задачи оптимизации поставок. ОПК-1-У1
18. Как решается транспортная задача методом потенциалов? УК-1-31
19. Что такое BIM- технологии подземного строительства? Привести примеры.ОПК-1-31
20. Основные этапы жизненного цикла подземного строительства с применением BIM- технологий ОПК-1-У1
21. Примеры задач подземного строительства с применением BIM- технологий. ОПК-1-31
22. В чем состоит оптимизация подземного строительства? УК-1-31
23. Привести примеры информационного моделирование жизненного цикла подземного строительства, УК-1-31
24. В чем состоит отличие метода минимального элемента от метода аппроксимации Фогеля. ОПК-1-31
25. Каким задачам линейного программирования соответствуют минимизация затрат и максимизация прибыли? Привести примеры. ОПК-1-У1

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

Методические материалы оценки освоения дисциплины для экзамена

Экзаменационные билеты содержат два вопроса.

Ответ на оба вопроса - оценка 5.

Ответ на один вопрос - задается дополнительный вопрос на выбор экзаменатора. Если ответ получен - оценка 4.

Ответ на один вопрос - задается дополнительный вопрос на выбор экзаменатора. Если ответ не получен - оценка 3.

Если на оба вопроса нет ответов, то задается два дополнительных вопроса на выбор экзаменатора. Если ответ получен - оценка 3.

Оценка «неудовлетворительно» - обучающийся допускает грубые ошибки в ответах, не умеет применять знания на практике, допускает ошибки в вопросах, относящихся к компетенции школьной программы.

Если обучающийся не явился на экзамен – ставится «неявка».

Для оценивания уровня освоения материала по дисциплине при ответе на вопросы используется следующая шкала оценок:

Оценка «отлично» - обучающийся показывает исчерпывающие знания в объеме пройденной программы, уверенно применяет полученные знания, умеет формулировать выводы из изложенного теоретического материала, знает рекомендованную литературу.

Оценка «хорошо» - обучающийся показывает достаточно полные знания в объеме пройденной программы, допускает незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильно применяет знания, четко излагает материал.

Оценка «удовлетворительно» - обучающийся показывает знания в объеме пройденной программы, ошибки в ответах исправляет после дополнительных вопросов, правильно действует по применению знаний на практике;

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Васильев Ф. П.	Методы оптимизации: учебник	Электронная библиотека	Москва: МЦНМО, 2011
Л1.2	Крутиков В. Н.	Методы оптимизации: учебное пособие	Электронная библиотека	Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2011
Л1.3	Муромцев Д. Ю., Шамкин В. Н.	Методы оптимизации и принятие проектных решений: учебное пособие	Электронная библиотека	Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.4	Зайцев М. Г., Варюхин С. Е.	Методы оптимизации управления и принятия решений: примеры, задачи, кейсы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Дело (РАНХиГС), 2017
Л1.5	Корчак А. В., Пшеничный В. А.	Инженерные задачи по дисциплине "Шахтное и подземное строительство" Раздел 1. Строительство вертикальных выработок: учеб. пособие	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГУ, 2008
Л1.6	Картозия Б. А., Федунец Б. И., Шуплик М. Н., др.	Шахтное и подземное строительство. В 2 т. Т. 2.: учебник	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2003
Л1.7	Смирнов А. П.	Методы оптимизации. Алгоритмические основы задач оптимизации: курс лекций	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МИСиС, 2014

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Летова Т. А., Пантелеев А. В.	Методы оптимизации. Практический курс: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Логос, 2011
Л2.2	Семенихина О. Н., Мастяева И. Н.	Методы оптимизации. Линейные и нелинейные методы и модели в экономике: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Евразийский открытый институт, 2011
Л2.3	Гладких Б. А.	Методы оптимизации и исследование операций для бакалавров информатики: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: Издательство НТЛ, 2011
Л2.4	Федунец Н. И., Черников Ю. Г.	Методы оптимизации: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Горная книга, 2009
Л2.5	Кремлёв А. Г.	Методы оптимизации: учебное пособие	Электронная библиотека	Екатеринбург: Издательство Уральского университета, 2012
Л2.6	Зайцев М. Г.	Методы оптимизации управления для менеджеров: компьютерно-ориентированный подход: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Дело (РАНХиГС), 2017
Л2.7	Мицель А. А., Шелестов А. А., Романенко В. В.	Методы оптимизации: учебное пособие	Электронная библиотека	Томск: ТУСУ, 2017
Л2.8	Черников Ю. Г.	Методы оптимизации: метод. указ. по выполнению лаб. работ по дис. "Методы оптимизации" для студ., обуч. по напр. 552800, 654600	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2005
Л2.9	Картозия Б. А., Федунец Б. И., Шуплик М. Н., др.	Шахтное и подземное строительство. В 2 т. Т. 1: учебник для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки бакалавров и магистров "Горное дело" и по спец. "Шахтное и подзем. строительство"	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГГУ, 2003

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.10	Картозия Б. А., Мальшев Ю. Н., Федунец Б. И., др.	Шахтное и подземное строительство. В 2 т. Т. 1: учебник для студ. вузов, обуч. по спец. "Шахтное и подземное строительство"	Библиотека МИСиС	М.: Академия горных наук, 1999
Л2.11	Шуплик М. Н.	Шахтное и подземное строительство. Специальные способы строительства: учеб. пособие для студ. вузов, обуч. по напр. подготовки "Горное дело"	Электронная библиотека	М.: Изд-во МИСиС, 2015

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Корчак А. В., Пшеничный В. А., Левченко А. Н.	Метод. указания по выполн. курс. проекта по дисц. "Шахтное и подземное строительство" (Разд.1. Строительство вертикальных выработок)	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГУ, 2004
Л3.2	Шуплик М. Н., Кузина А. В.	Инструкция и методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине "Шахтное и подземное строительство" (Специальные способы строительства)	Библиотека МИСиС	М.: Изд-во МГТУ, 2009

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Новиков, А. И. Экономико-математические методы и модели [Электронный ресурс] : учебник / А. И. Новиков. – М. : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2017. – 532 с. – Режим доступа:	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454
Э2	Федунец, Н. И. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. И. Федунец, Ю.Г. Черников. – М. : Горная книга, 2009. – 376 с. – Режим доступа:	http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=229023
Э3	Гончаров, В. А. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. А. Гончаров.– М. : Издательство Юрайт, 2016. – 191 с. – (Бакалавр и магистр. Академический курс). – Режим доступа:	https://www.biblio-online.ru/book/A3F5043E-A3B7-445C-BA24-48EDCD4F9EAE
Э4	СП 42.13330.2011. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Актуализированная редакция СНиП 2.07.01-89*/2011, - 105 с. [электронный ре-сурс]/. – Режим доступа:	http://kadastr61.ru/biblioteka/10-snipy/310-2011-09-08-13-38-02.html
Э5	Научная электронная библиотека (НЭБ) eLIBRARY.ru // Библиотека ВГУЭС:	http://www.eLIBRARY.RU
Э6	Платформа LMS Canvas для студентов НИТУ "МИСиС"	https://lms.misis.ru/
Э7	Технология BIM	https://stroi.mos.ru/builder_science/tiekhnologhiia-bim-iedinaia-modiel-i-sviazannye-s-etim-zabluzhdieniia

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	ESET NOD32 Antivirus
П.2	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.3	Microsoft Visio 2016
П.4	Microsoft Office
П.5	LMS Canvas

П.6	MS Teams
П.7	Консультант Плюс
П.8	Python
П.9	MATLAB
П.10	MATCAD
П.11	Microsoft PowerPoint
П.12	Microsoft Excel

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.2	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.3	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.4	— Российская Государственная библиотека https://www.rsl.ru
И.5	— Единое окно доступа к информационным ресурсам http://window.edu.ru
И.6	Иностраннне базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.7	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.8	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.9	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.10	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/
И.11	— доступ к полным версиям книг издательства Springer на английском языке https://link.springer.com/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
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
Л-538а	Учебная аудитория:	доска аудиторная маркерная, экран проекционный, проектор портативный, стационарные компьютеры 10 шт., комплект учебной мебели, пакет лицензионных программ MS Office
Г-510	Учебная аудитория	комплект учебной мебели на 36 рабочих мест, монитор
Г-510а	Компьютерный класс	38 рабочих мест (ПК 20 шт.), пакет лицензионных программ MS Office, набор демонстрационного оборудования в том числе: доска учебная, мультимедийный проектор, экран проекционный, комплект учебной мебели

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Обучающимся должны быть предоставлены возможности:

- использовать необходимые программно-аппаратные вычислительные средства;
- изучать специальную литературу и другую научно-техническую информацию, достижения отечественной и зарубежной науки и техники в соответствующей области знаний;
- участвовать в проведении научных исследований по управлению техническими системами или выполнении технических разработок;
- осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научно-технической информации.

Для обеспечения учебного процесса материально-техническими ресурсами используются:

1. Компьютерный класс, оборудованный для проведения практических работ средствами оргтехники, персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет;
2. Установленное лицензионное программное обеспечение.