

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:

ФИО: Исаев Игорь Магомедович

Должность: Проректор по безопасности и общим вопросам

Дата подписания: 24.09.2023 11:15:41

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)

Сложность вычислений

Закреплена за подразделением

Кафедра АСУ

Направление подготовки

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Профиль

Интеллектуальные системы анализа данных

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Общая трудоемкость

5 ЗЕТ

Часов по учебному плану

180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

экзамен 5

аудиторные занятия

68

самостоятельная работа

72

часов на контроль

40

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	18			
Неделя	УП	РП	УП	РП
Лекции	34	34	34	34
Практические	34	34	34	34
Итого ауд.	68	68	68	68
Контактная работа	68	68	68	68
Сам. работа	72	72	72	72
Часы на контроль	40	40	40	40
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Калитин Д.В.

Рабочая программа

Сложность вычислений

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

Составлена на основании учебного плана:

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, 09.03.01-БИВТ-22-2.plx Интеллектуальные системы анализа данных, утвержденного Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" в составе соответствующей ОПОП ВО 21.10.2021, протокол № 8-21

Утверждена в составе ОПОП ВО:

09.03.01 ИНФОРМАТИКА И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА, Интеллектуальные системы анализа данных, утвержденной Ученым советом ФГАОУ ВО НИТУ "МИСиС" 21.10.2021, протокол № 8-21

Рабочая программа одобрена на заседании

Кафедра АСУ

Протокол от 07.07.2021 г., №11

Руководитель подразделения д.т.н., профессор Темкин Игорь Олегович

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Основная цель дисциплины дать основные понятия теории сложности вычислений, методы оптимизации сложности. Студенты освоют вычислительные возможности различных алгоритмов, специальные структуры данных, а также сложностные классы задач. На практических занятиях большое время уделяется проектированию, оценке и оптимизации сложности алгоритмов.
-----	--

2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Блок ОП:		Б1.В
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Введение в теорию игр	
2.1.2	Математика	
2.1.3	Математическая логика	
2.1.4	Специальные главы программирования	
2.1.5	Алгоритмы и структуры данных	
2.1.6	Физика	
2.1.7	Численные методы	
2.1.8	Объектно-ориентированное программирование	
2.1.9	Основы дискретной математики	
2.1.10	Специальные главы линейной алгебры	
2.1.11	Специальные главы спортивного программирования	
2.1.12	Вычислительные машины, сети и системы	
2.1.13	Программирование и алгоритмизация	
2.1.14	Спортивное программирование	
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Введение в глубинное обучение	
2.2.2	Дискретная оптимизация	
2.2.3	Математические основы информатики	
2.2.4	Машинное обучение	
2.2.5	Инновационный практикум	
2.2.6	Математические основы computer science	
2.2.7	Математические основы естественных наук	
2.2.8	Непрерывная оптимизация	
2.2.9	Создание и разработка инновационных IT-проектов	
2.2.10	Курсовая научно-исследовательская работа	
2.2.11	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач
Знать:
ПК-2-31 классические приёмы оптимизации сложности алгоритмов при решении трудно-формализуемых задач
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
Знать:
ОПК-1-31 базовые понятия используемые в оценке сложности алгоритмов
ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач
Уметь:
ПК-2-У1 проводить анализ алгоритмов в контексте поставленной задачи для выявления "узких" мест алгоритмов
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
Уметь:

ОПК-1-У1 применять практические навыки разработки алгоритмов
ПК-2: Способен применять современный математический аппарат в решении трудно-формализуемых задач
Владеть:
ПК-2-В1 навыками оптимизации алгоритмов при решении стандартных и нестандартных задач
ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности
Владеть:
ОПК-1-В1 современными языками программирования для разработки высокоэффективных алгоритмов

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. Математические основы анализа алгоритмов							
1.1	Скорость роста функций. Суммирование. Рекуррентные соотношения. Множества. /Лек/	5	8	ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
1.2	Практические занятия по математическим основам анализа алгоритмов /Пр/	5	6	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1			Р1
1.3	Проработка материалов лекций. Проработка дополнительного материала с платформы LMS Canvas. /Ср/	5	24	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			
	Раздел 2. Сортировка и порядковые статистики							
2.1	Сортировка с помощью кучи. Быстрая сортировка. Сортировка за линейное время. Медианы и порядковые статистики. /Лек/	5	8	ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
2.2	Практические занятия по реализации алгоритмов сортировок и сравнения их производительности /Пр/	5	14	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1			Р2

2.3	Проработка материалов лекций. Проработка дополнительного материала с платформы LMS Canvas. /Ср/	5	24	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			
Раздел 3. Методы построения и анализа алгоритмов								
3.1	Динамическое программирование. Жадные алгоритмы. Амортизационный анализ. /Лек/	5	18	ОПК-1-31 ПК-2-31	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1		КМ1	
3.2	Практические работы по проектированию и разработке различных алгоритмов и анализ их сложности /Пр/	5	14	ОПК-1-У1 ОПК-1-В1 ПК-2-У1 ПК-2-В1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4Л3.1 Л3.2 Э1			Р3
3.3	Проработка материалов лекций. Проработка дополнительного материала с платформы LMS Canvas. /Ср/	5	24	ОПК-1-31 ОПК-1-У1 ПК-2-31 ПК-2-У1	Л1.1 Л1.2 Л1.3 Л1.4 Л1.5 Л1.6 Л1.7 Л1.8Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Э1			

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	Устные и письменные опросы для проведения текущей аттестации.	ОПК-1-31;ПК-2-31	<p>Скорость роста функций</p> <p>Асимптотические обозначения</p> <p>Стандартные функции и обозначения</p> <p>Суммирование</p> <p>Суммы и их свойства</p> <p>Оценки сумм</p> <p>Рекуррентные соотношения</p> <p>Метод подстановки</p> <p>Преобразование в сумму</p> <p>Случай натуральных степеней</p> <p>Целые приближения сверху и снизу</p> <p>Множества</p> <p>Множества</p> <p>Отношения</p> <p>Функции</p> <p>Графы</p> <p>Деревья</p> <p>Деревья без выделенного корня</p> <p>Деревья с корнем. Ориентированные деревья</p> <p>Двоичные деревья. Позиционные деревья</p> <p>Комбинаторика и вероятность</p> <p>Подсчёт количеств</p>

			<p>Вероятность Дискретное распределение вероятностей Дискретные случайные величины Геометрическое и биномиальное распределения Хвосты биномиального распределения Вероятностный анализ Парадокс дня рождения Шары и урны Участки повторяющихся исходов Сортировка с помощью кучи Кучи Сохранение основного свойства кучи Построение кучи Алгоритм сортировки с помощью кучи Очереди с приоритетами Быстрая сортировка Описание быстрой сортировки Работа быстрой сортировки Вероятностные алгоритмы быстрой сортировки Анализ быстрой сортировки Анализ наихудшего случая Анализ среднего времени работы Сортировка за линейное время Нижние оценки для сортировки Сортировка подсчетом Цифровая сортировка Сортировка вычерпыванием Медианы и порядковые статистики Минимум и максимум Выбор за линейное в среднем время Выбор за линейное в худшем случае время Динамическое программирование Перемножение нескольких матриц Когда применимо динамическое программирование Наибольшая общая подпоследовательность Оптимальная триангуляция многоугольника Жадные алгоритмы Задача о выборе заявок Когда применим жадный алгоритм? Коды Хаффмена Теоретические основы жадных алгоритмов Матроиды Жадные алгоритмы для взвешенного матроида; Задача о расписании Амортизационный анализ Метод группировки Метод предоплаты Метод потенциалов Динамические таблицы Расширение таблицы Расширение и сокращение таблицы</p>
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

P1	Решение математических задач на основы анализа алгоритмов.	ПК-2-У1;ПК-2-В1	<p>Примеры задач решаемых на практических работах:</p> <p>1. Будем сортировать массив из n элементов так: посмотрим его и найдём минимальный элемент, который скопируем в первую ячейку другого массива. Затем посмотрим его снова и найдём следующий элемент, и так далее. Такой способ сортировки можно назвать сортировкой выбором (selection sort). Запишите этот алгоритм с помощью псевдокода. Укажите время его работы в лучшем и худшем случаях, используя Tau-обозначения.</p> <p>2. 1.3-3 Докажите по индукции, что если $T(n) = \begin{cases} 2, & \text{если } n = 2, \\ 2T(n/2) + n, & \text{если } n = 2^k \text{ и } k > 1, \end{cases}$ то $T(n) = n \cdot \log(n)$ (при всех n, являющихся степенями двойки).</p> <p>3. 2.1-1 Пусть $f(n)$ и $g(n)$ неотрицательны для достаточно больших n. Покажите, что $\max(f(n), g(n)) = Tau(f(n) + g(n))$.</p>
P2	Разработка алгоритмов сортировки	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	Разработать алгоритм сортировки по индивидуальному заданию. Провести его оценку сложности. Сравнить его с другим классическим алгоритмом сортировки. Провести оптимизацию разработанного алгоритма.
P3	Проектирование и разработка алгоритмов	ОПК-1-У1;ОПК-1-В1;ПК-2-У1;ПК-2-В1	По индивидуальному заданию разработать алгоритм обработки данных, за исключением сортировки. Провести анализ и оптимизацию алгоритма.

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

Вопросы для включения в экзаменационные билеты:

Скорость роста функций
Асимптотические обозначения
Стандартные функции и обозначения
Суммирование
Суммы и их свойства
Оценки сумм
Рекуррентные соотношения
Метод подстановки
Преобразование в сумму
Случай натуральных степеней
Целые приближения сверху и снизу
Множества
Множества
Отношения
Функции
Графы
Деревья
Деревья без выделенного корня
Деревья с корнем. Ориентированные деревья
Двоичные деревья. Позиционные деревья
Комбинаторика и вероятность
Подсчёт количеств
Вероятность
Дискретное распределение вероятностей
Дискретные случайные величины
Геометрическое и биномиальное распределения
Хвосты биномиального распределения
Вероятностный анализ
Парадокс дня рождения
Шары и урны
Участки повторяющихся исходов
Сортировка с помощью кучи
Кучи
Сохранение основного свойства кучи
Построение кучи
Алгоритм сортировки с помощью кучи
Очереди с приоритетами
Быстрая сортировка
Описание быстрой сортировки
Работа быстрой сортировки
Вероятностные алгоритмы быстрой сортировки

Анализ быстрой сортировки
Анализ наихудшего случая
Анализ среднего времени работы
Сортировка за линейное время
Нижние оценки для сортировки
Сортировка подсчётом
Цифровая сортировка
Сортировка вычёрпыванием
Медианы и порядковые статистики
Минимум и максимум
Выбор за линейное в среднем время
Выбор за линейное в худшем случае время
Динамическое программирование
Перемножение нескольких матриц
Когда применимо динамическое программирование
Наибольшая общая подпоследовательность
Оптимальная триангуляция многоугольника
Жадные алгоритмы
Задача о выборе заявок
Когда применим жадный алгоритм?
Коды Хаффмена
Теоретические основы жадных алгоритмов
Матроиды
Жадные алгоритмы для взвешенного матроида;
Задача о расписании
Амортизационный анализ
Метод группировки
Метод предоплаты
Метод потенциалов
Динамические таблицы
Расширение таблицы
Расширение и сокращение таблицы

Билет состоит из 3х вопросов.

Пример экзаменационного билета:

1. Дискретные случайные величины
2. Сортировка за линейное время
3. Жадные алгоритмы для взвешенного матроида

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

Защита выполненных заданий обучающимися происходят в виде беседы преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, которая рассчитана на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, с демонстрацией разработанной компьютерной программы.

Оценивание выполнения практических заданий

Показатели:

- Полнота выполнения практической работы;
- своевременность выполнения задания;
- последовательность и рациональность выполнения задания;
- самостоятельность решения.

100-балльная шкала

85-100 (повышенный уровень)

Задание решено студентом самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задачи, в логических рассуждениях и в выборе алгоритма решения нет ошибок, получен верный ответ.

70-84 (базовый уровень)

Задание решено с подсказкой преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.

50-69 Удовлетворительно (пороговый уровень)

Студентом задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе алгоритма или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.

0-49 Неудовлетворительно (уровень не сформирован)

Задание не решено.

Промежуточный контроль успеваемости по дисциплине осуществляется при защите практических работ и путем проведения письменных и устных опросов, входящих в состав курса.

Итоговый контроль осуществляется в виде письменного экзамена.

Оценивание ответа на экзамене

Показатели:

- Полнота изложения теоретического материала;
- правильность и/или аргументированность изложения (последовательность действий);
- самостоятельность ответа;
- культура речи.

100-балльная шкала

85-100 (повышенный уровень)

Студентом дан полный, в логической последовательности развернутый ответ на поставленный вопрос, где он продемонстрировал знания предмета в полном объеме учебной программы, достаточно глубоко осмысливает дисциплину, самостоятельно, и исчерпывающе отвечает на дополнительные вопросы.

70-84 (базовый уровень)

Студентом дан развернутый ответ на поставленный вопрос, где студент демонстрирует знания, приобретенные на лекционных и семинарских занятиях, а также полученные посредством изучения обязательных учебных материалов по курсу, дает аргументированные ответы, приводит примеры, в ответе присутствует логичность и последовательность ответа. Однако допускается неточность в ответе.

50-69 (пороговый уровень)

Студентом дан ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой дисциплины, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы, знанием основных вопросов теории, слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры, недостаточная логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

0-49 (уровень не сформирован)

Студентом дан ответ, который содержит ряд серьезных неточностей, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы, незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов, неумением давать аргументированные ответы, отсутствием логичности и последовательности. Выводы поверхностны.

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

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Абрамов С. А.	Лекции о сложности алгоритмов: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: МЦНМО, 2009
Л1.2	Судоплатов С. В., Овчинникова Е. В.	Математическая логика и теория алгоритмов: учебник	Электронная библиотека	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012
Л1.3	Алгазин С. Д., Голубев О. А.	Численные алгоритмы классической математической физики: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Диалог-МИФИ, 2010
Л1.4	Мейер Б.	Инструменты, алгоритмы и структуры данных	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л1.5	Костюкова Н. И.	Комбинаторные алгоритмы для программистов	Электронная библиотека	Москва: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016
Л1.6	Макконелл Дж.	Анализ алгоритмов: Вводный курс: Пер. с англ.	Библиотека МИСиС	М.: Техносфера, 2002
Л1.7	Ульянов М. В.	Ресурсно-эффективные компьютерные алгоритмы: разработка и анализ: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Физматлит, 2008
Л1.8	Чебан Д. С.	Минимизация временной сложности вычислительных алгоритмов в информационных системах: студенческая научная работа	Электронная библиотека	Таганрог: б.и., 2020

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Комлева Н. В.	Структуры и алгоритмы компьютерной обработки данных: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Московский государственный университет экономики, статистики и информатики, 2004
Л2.2	Айзерман М. А., Гусев Л. А., Розоноэр Л. И., Смирнова И. М., Таль А. А.	Логика. Автоматы. Алгоритмы	Электронная библиотека	Москва: Гос. изд-во физико-математической лит., 1968
Л2.3	Златопольский Д. М.	Программирование: типовые задачи, алгоритмы, методы: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Лаборатория знаний, 2020
Л2.4	Быкова В. В.	Теоретические основы анализа параметризованных алгоритмов: монография	Электронная библиотека	Красноярск: Сибирский федеральный университет (СФУ), 2011

6.1.3. Методические разработки

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л3.1	Балокевич Э. Л., Ковалева Л. Ф.	Математическая логика и теория алгоритмов: учебно-практическое пособие: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Евразийский открытый институт, 2009

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
ЛЗ.2	Шень А. Х.	Практикум по методам построения алгоритмов: курс: учебное пособие	Электронная библиотека	Москва: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2009

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	Электронные материалы курса на LM Canvas	lms.misis.ru
----	--	--------------

6.3 Перечень программного обеспечения

П.1	Win Pro 10 32-bit/64-bit
П.2	Microsoft Visual Studio 2015
П.3	Microsoft Visio 2016
П.4	Microsoft Office
П.5	LMS Canvas
П.6	MS Teams
П.7	R Studio
П.8	Python
П.9	ОС Linux (Ubuntu) / Windows

6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

И.1	Университетская информационная система "РОССИЯ" [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://uisrussia.msu.ru/
И.2	Открытое образование [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://openedu.ru
И.3	Федеральный портал «Российское образование» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://edu.ru
И.4	Полнотекстовые российские научные журналы и статьи:
И.5	— Научная электронная библиотека eLIBRARY https://elibrary.ru/
И.6	— Полнотекстовые деловые публикации информагентств и прессы по 53 отраслям https://polpred.com/news
И.7	— Российская Государственная библиотека https://www.rsl.ru
И.8	— Единое окно доступа к информационным ресурсам http://window.edu.ru
И.9	Иностранные базы данных (доступ с IP адресов МИСиС):
И.10	— аналитическая база (индексы цитирования) Web of Science https://apps.webofknowledge.com
И.11	— аналитическая база (индексы цитирования) Scopus https://www.scopus.com/
И.12	— наукометрическая система InCites https://apps.webofknowledge.com
И.13	— научные журналы издательства Elsevier https://www.sciencedirect.com/
И.14	— 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 Компьютерный класс	Учебная аудитория для проведения практических занятий:	экран, проектор, доска, комплект учебной мебели на 30 посадочных мест, персональные компьютеры, доступ к ЭИОС университета LMS Canvas, лицензионные программы MS Teams, MS Office
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

Организация занятий по дисциплине строится по обычной технологии по видам работ (лекции, практические занятия, текущий контроль) в соответствии с расписанием. Освоение дисциплины происходит по отдельным разделам. По каждому разделу дисциплины предусматривается аудиторная и внеаудиторная учебная работа, проводится балльно-рейтинговая (текущая и промежуточная за семестр) аттестация студентов в соответствии с календарным учебным графиком. При изложении теоретического материала (на 100% лекций) используются мультимедийные иллюстративные материалы,

при проведении практических занятий – многовариантные упражнения и задания, выполняемые на компьютерах с использованием пакетов универсальных математических программ и систем компьютерного имитационного моделирования. По дисциплине предусмотрен большой объем самостоятельной работы студентов с использованием средств современных информационных технологий.