

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Тобольский педагогический институт им. Д.И.Менделеева (филиал)
Тюменского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Шилов С.П.

« 28 »

2020 г.



ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки
44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Профили: математика; информатика
Форма обучения очная

Мальшева Е.Н., Ярков В.Г. Исследование операций. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки): математика; информатика, форма обучения очная. Тобольск, 2020.

Рабочая программа дисциплины опубликована на сайте ТюмГУ: Исследование операций [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://tobolsk.utmn.ru/sveden/education/#>

- © Тобольский педагогический институт им. Д.И.Менделеева (филиал) Тюменского государственного университета, 2020
- © Мальшева Елена Николаевна, 2020
- © Ярков Владимир Георгиевич, 2020

1. Пояснительная записка

Цель изучение теоретических основ и конкретных математических моделей прикладных производственных и экономических задач принятия решений в условиях неопределенности, как основу для развития компетенций профессиональной деятельности по профилю подготовки.

Задачи:

- изучение теоретических основ применения различных методов решения задач исследования операций;
- изучение основных типов задач исследования операций;
- изучение способов построения математических моделей для решения прикладных задач;
- изучение методов линейного программирования как основы для построения математических моделей;
- изучение методов нелинейного и динамического программирования, решения детерминированных и недетерминированных задач теории игр;
- установление межпредметных связей между данной дисциплиной и ранее читаемыми курсами математического анализа, линейной алгебры, теории вероятностей и математической статистики;
- использование знаний, полученных при изучении предмета, для активизации учебной деятельности обучающихся в работе учителя.

1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Исследование операций» относится к дисциплинам по выбору вариативной части блока Б1. Учебным планом предусмотрено изучение данной дисциплины в течение 10 семестра.

Для освоения дисциплины обучающиеся используют знания и умения, сформированные в ходе изучения следующих дисциплин и практик: Введение в математику (1 сем), Математический анализ (1-4 сем.), Дифференциальные уравнения (5 сем.), Решение олимпиадных задач по математике и информатике (6, 7 сем.), Решение задач повышенной сложности по математике и информатике (6, 7 сем.), Основы теории автоматического управления и робототехники (6 сем.), Приложения математики в других науках (8 сем.)

Изучение данной дисциплины обеспечивает освоение последующих дисциплин и практик: Преддипломная практика, Выпускная квалификационная работа (бакалаврская работа).

1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины

Процесс изучения данной дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки:

ОК-3 способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве;

ПК-7 способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности.

Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)
ОК-3 способность использовать естественнонаучные и математические знания для	Знает основные критерии и методы исследования операций, методы линейного, нелинейного, целочисленного, динамического

Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)
ориентирования в современном информационном пространстве	программирования
	Умеет определить тип задачи; построить математическую модель задачи; подобрать соответствующие методы решения задачи; решить задачу, используя математические, вычислительные методы; интерпретировать ответ
ПК-7 способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности	Знает области приложения знаний об исследовании операций в общем и дополнительном математическом образовании в школе
	Может использовать знания и методы исследования операций как средство активизации учебной деятельности

2. Структура и трудоемкость дисциплины

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов	Часов в семестре
		10
Общая трудоемкость	зач. ед. 3	3
	час 108	108
Из них:		
Часы аудиторной работы (всего):	40	40
Лекции	20	20
Практические занятия	20	20
Лабораторные / практические занятия по подгруппам		
Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося	68	68
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)		зачет

3. Система оценивания

3.1. Текущий контроль

Оценивание результатов освоения дисциплины может осуществляться в рамках балльной системы, разработанной преподавателем и доведенной до сведения обучающихся на первом занятии

№ темы	Формы оцениваемой работы	Колич. часов	Макс. кол. баллов
5 семестр			
Лекции 1-10	Конспекты Контрольные вопросы	20	20
Практические работы 1-10	Решение задач.	20	20
	Пояснения к решению задачи у доски.		20
	Контрольная работа.		8

№ темы	Формы оцениваемой работы	Колич. часов	Макс. кол. баллов
Самостоятельная работа	Индивидуальные расчетные задания 1-4.	68	12
	Реферат		11
	Домашние задания 1-9. Подготовка к зачету.		9
ИТОГО		108	100

3.2. Промежуточный контроль

Промежуточная аттестация может быть выставлена с учетом совокупности баллов, полученных обучающимся в рамках текущего контроля.

Перевод баллов в оценки: 61-100 – зачтено; 0-60 – не зачтено.

При отсутствии достаточного количества баллов зачет сдается в форме комплексного собеседования по теоретическому вопросу, защита реферата и положительная оценка за контрольную работу.

4. Содержание дисциплины

4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 2

№	Темы	Объем дисциплины, час.				
		Всего	Виды аудиторной работы			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
10 семестр						
1	Оптимизационные задачи в науке и технике.	8	2	-		
2	Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.	8	2	2		
3	Линейное программирование. Геометрический смысл.	8	2	2		
4	Симплекс-метод. Двойственные задачи.	10	4	4		
5	Введение в нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций.	8	2	4		
6	Введение в динамическое программирование. Многошаговые процессы принятия решений. Задачи распределения ресурсов.	8	2	2		
7	Введение в теорию игр. Игры с нулевой суммой. Игры с чистыми и	8	2	4		

№	Темы	Объем дисциплины, час.				
		Всего	Виды аудиторной работы			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные / практические занятия по подгруппам	
	смешанными стратегиями.					
8	Введение в теорию массового обслуживания. Пуассоновский поток событий. Обслуживание с ожиданием. Обслуживание с преимуществами.	10	4	2		
	Итого (часов)	108	20	20		

4.2. Содержание дисциплины по темам

1. Оптимизационные задачи в науке и технике. Предмет исследования операций. Основные понятия исследования операций. Классические оптимизационные задачи.

2. Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. Основные типы задач. Прямые и обратные задачи. Однокритериальные и многокритериальные задачи. Обзор методов решения.

3. Линейное программирование. Геометрический смысл. Основная задача линейного программирования, ее геометрическая интерпретация. Обыкновенные и модифицированные жордановы исключения. Решение систем линейных уравнений методом 0-таблиц.

4. Симплекс-метод. Двойственные задачи. Симплексные таблицы. Основные этапы симплекс-метода. Правила выбора разрешающего элемента для поиска опорного и оптимального решения. Двойственные задачи линейного программирования, их экономический смысл. Теоремы двойственности.

5. Введение в нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Основные понятия. Выпуклые и вогнутые функции. Градиентный метод. Графический метод решения задач нелинейного программирования для функций двух переменных.

6. Введение в динамическое программирование. Многошаговые процессы принятия решений. Задачи распределения ресурсов. Основная рекуррентная формула метода динамического программирования. Метод динамического программирования в недетерминированном случае.

7. Введение в теорию игр. Игры с нулевой суммой. Игры с чистыми и смешанными стратегиями. Игра как математическая модель конфликта. Основные понятия теории игр. Понятие оптимальности в теории игр. Антагонистические матричные игры. Решение матричных игр сведением их к задаче линейного программирования. Модели принятия решений в условиях действия неопределенных факторов стохастической природы. Понятие игры с природой. Критерии выбора решения.

8. Введение в теорию массового обслуживания. Пуассоновский поток событий. Обслуживание с ожиданием. Обслуживание с преимуществами. Классификация систем массового обслуживания. Анализ поведения систем. Статистический и операционный анализ. Вывод основных формул для операционных характеристик

процессов массового обслуживания. Пример выбора рациональных характеристик обслуживающей системы.

4.2.1. Лекции

№ лекции	Раздел, тема лекции	Кол. часов
Лекция 1.	<u>Раздел 1.</u> Оптимизационные задачи в науке и технике. <u>Тема:</u> Оптимизационные задачи в науке и технике. Предмет исследования операций. Основные понятия исследования операций. Классические оптимизационные задачи.	2
Лекция 2.	<u>Раздел 2.</u> Однокритериальная и многокритериальная оптимизация. <u>Тема:</u> Основные типы задач. Прямые и обратные задачи. Однокритериальные и многокритериальные задачи.	2
Лекция 3.	<u>Раздел 3.</u> Линейное программирование. Геометрический смысл. <u>Тема:</u> Основная задача линейного программирования, ее геометрическая интерпретация. Обыкновенные и модифицированные жордановы исключения.	2
Лекция 4.	<u>Раздел 4.</u> Симплекс-метод. Двойственные задачи. <u>Тема:</u> Математические модели задач. Составление симплексных таблиц. Этапы симплекс-метода.	2
Лекция 5.	<u>Тема:</u> Двойственные задачи линейного программирования, их экономический смысл. Теоремы двойственности.	1
	<u>Тема:</u> Другие способы задания ограничений. Модификации симплекс-метода.	1
Лекция 6.	<u>Раздел 5.</u> Введение в нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. <u>Тема:</u> Основные понятия. Выпуклые и вогнутые функции. Градиентный метод. Графический метод решения задач нелинейного программирования для функций двух переменных.	1
	<u>Тема:</u> Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций.	1
Лекция 7.	<u>Раздел 6.</u> Введение в динамическое программирование. Многошаговые процессы принятия решений. Задачи распределения ресурсов. <u>Тема:</u> Динамическое программирование. Многошаговые процессы принятия решений. Задачи распределения ресурсов. Основная рекуррентная формула метода динамического программирования.	2
Лекция 8.	<u>Раздел 7.</u> Введение в теорию игр. Игры с нулевой суммой. Игры с чистыми и смешанными стратегиями. <u>Тема:</u> Игра как математическая модель конфликта. Основные понятия теории игр. Понятие оптимальности в теории игр.	1
	<u>Тема:</u> Антагонистические матричные игры. Решение матричных игр сведением их к задаче линейного программирования.	1
Лекция 9.	<u>Раздел 8.</u> Введение в теорию массового обслуживания. <u>Тема:</u> Пуассоновский поток событий. Классификация систем массового обслуживания. Обслуживание с ожиданием. Обслуживание с преимуществами. Анализ поведения систем.	2
Лекция 10.	<u>Тема:</u> Статистический и операционный анализ. Вывод основных формул для операционных характеристик процессов массового обслуживания.	2

4.2.1. Темы практических занятий

Практическая работа 1.	Примеры оптимизационных задач в науке и технике. Многокритериальные задачи. Метод последовательных уступок.
Практическая работа 2.	Обыкновенные и модифицированные жордановы исключения. Решение систем линейных уравнений методом 0-таблиц. Основная задача линейного программирования, ее геометрическая интерпретация.
Практическая работа 3.	Симплекс-метод. Двойственные задачи.
Практическая работа 4.	Решение производственных и экономических задач симплекс-методом. Транспортные задачи.
Практическая работа 5.	Графический метод решения задач нелинейного программирования.
Практическая работа 6.	Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций.
Практическая работа 7.	Многошаговые процессы принятия решений. Задачи распределения ресурсов.
Практическая работа 8.	Антагонистические матричные игры. Решение матричных игр геометрическим способом.
Практическая работа 9.	Решение матричных игр сведением их к задаче линейного программирования.
Практическая работа 10.	Пуассоновский поток событий. Классификация систем массового обслуживания.

4.2.3. Образцы средств для проведения текущего контроля

Текущий контроль осуществляется проверкой наличия конспектов лекций, собеседованием по контрольным вопросам, проверкой задач, в том числе, с пояснением у доски, в ходе практических работ, проверочных работ, контрольных работ и домашних заданий в рамках самостоятельной работы.

Контрольные вопросы

1. Основные типы задач исследования операций.
2. Формулировка прямой и обратной задач исследования операций в детерминированном и стохастическом случаях.
3. Однокритериальные и многокритериальные задачи исследования операций. Множество решений по Парето.
4. Основная задача линейного программирования, ее геометрический смысл.
5. Жордановы исключения. Симплекс-метод.
6. Двойственность линейного программирования.
7. Методы поиска опорного и оптимального планов транспортной задачи.
8. Транспортная задача с неправильным балансом.
9. Транспортная задача с дополнительными ограничениями.
10. Решение транспортной задачи на сети.

Реферат

Задание: провести анализ темы и разработать план-конспект занятия для старшеклассников. В учебно-методической разработке использовать различные методы активизации учебной деятельности.

Варианты:

1. Предмет и задачи исследования операций и теории игр.

2. Задачи на нахождение условных экстремумов функций. Метод неопределенных множителей Лагранжа
3. Основная задача линейного программирования.
4. Симплекс-метод.
5. Теория двойственности линейного программирования.
6. Транспортные задачи.
7. Оптимизация на сетях.
8. Градиентные методы решения задач оптимизации
9. Антагонистические матричные игры.
10. Игры с нестрогим соперничеством. Кооперативные игры.
11. Ядро игры нескольких лиц. Арбитражная схема Нэша.
12. Игры с природой.
13. Задачи вариационного исчисления.
14. Задачи оптимального управления.
15. Численные методы решения задач вариационного исчисления и оптимального управления.

Индивидуальные расчетные задания

Индивидуальное расчетное задание 2.

Тема: «Линейное программирование. Симплекс-метод. Двойственные задачи».

Цель: Изучение методов линейного программирования. Решение задачи линейного программирования и двойственной ей задачи. Экономическая интерпретация основной и двойственной задачи.

Задание: Дана матрица технологических коэффициентов a_{ij} , которые показывают, сколько единиц i -го вида сырья требуется для производства одной единицы j -го вида продукта. Запасы сырья b_i . Прибыль от реализации j -го продукта составляет c_j .

Требуется:

- 1) составить математическую модель задачи; пояснить экономический смысл основных и дополнительных переменных;
- 2) найти опорный план выпуска продукции симплекс-методом;
- 3) найти оптимальный план выпуска продукции симплекс-методом; указать максимально возможную суммарную прибыль;
- 4) определить количество неизрасходованного сырья при найденном оптимальном плане;
- 5) составить двойственную задачу, пояснить ее экономический смысл; решить двойственную задачу;
- 6) выяснить, выгоден ли выпуск новой продукции, если затраты i -го вида сырья на новый вид продукции составляет d_i единиц.

Вариант1

	a_{ij}				b_i	d_i
	2	3	0,5	1	300	2
	3	2	1	3	400	2
	0,5	0,5	1	0	500	1
	2	3	3	2	600	1
c_j	5	4	4	6		

Вариант2

	a_{ij}				b_i	d_i
	2	2	1	3	200	3
	0,5	1	2	2	250	1
	3	2	1	0	550	2
	2	2	2	1	300	0
c_j	2	4	4	5		

Контрольная работа

Задание 1.

Возможна аренда 8-тонных контейнеров по цене 2 тыс. руб. за контейнер и 10-тонных контейнеров по цене 3 тыс. руб. за контейнер. Всего в наличии у фирмы - арендодателя имеется a штук 8-тонных контейнеров и b штук 10-тонных контейнеров. Требуется определить, сколько каких контейнеров арендовать, истратив не более N тыс. руб., чтобы суммарный объем грузоперевозок был максимальным. Составить математическую модель и решить задачу графическим методом.

№ вар.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a	6	12	18	24	5	20	12	18	24	30
b	18	18	18	18	22	22	33	33	33	33
N	60	60	60	60	70	70	120	120	120	120

Задание 2.

Дана матрица технологических коэффициентов a_{ij} , которые показывают, сколько единиц i -го вида сырья требуется для производства одной единицы j -го вида продукта. Запасы сырья b_i . Прибыль от реализации j -го продукта составляет c_j .

Требуется:

- 1) составить математическую модель задачи; пояснить экономический смысл основных и дополнительных переменных;
- 2) найти опорный план выпуска продукции симплекс-методом;
- 3) найти оптимальный план выпуска продукции симплекс-методом; указать максимально возможную суммарную прибыль;
- 4) определить количество неизрасходованного сырья при найденном оптимальном плане;
- 5) составить двойственную задачу, пояснить ее экономический смысл; решить двойственную задачу;
- 6) выяснить, выгоден ли выпуск новой продукции, если затраты i -го вида сырья на новый вид продукции составляет d_i единица.

Вариант1

	a_{ij}			b_i	d_i	
	2	3	0,5	1	300	2
	3	2	1	3	400	2
	0,5	0,5	1	0	500	1
	2	3	3	2	600	1
c_j	5	4	4	6		

Вариант2

	a_{ij}			b_i	d_i	
	2	2	1	3	200	3
	0,5	1	2	2	250	1
	3	2	1	0	550	2
	2	2	2	1	300	0
c_j	2	4	4	5		

5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов предполагает изучение теоретического материала по актуальным вопросам дисциплины. Рекомендуется самостоятельное изучение доступной учебной и научной литературы, периодических, научно-практических, аналитических и экспертных изданий. Степень овладения знаниями и практическими навыками определяется в процессе текущего и итогового контроля.

Таблица 3

№ раздела	Тема	Виды СРС
1.	Однокритериальная и многокритериальная оптимизация.	Домашнее задание 1. Изучить способы сведения многокритериальные задачи к однокритериальной. Паретовские решения.
2.	Линейное программирование. Геометрический смысл. Симплекс-метод. Двойственные задачи.	Домашнее задание 2. Решить производственную задачу геометрически и симплекс-методом.
3.	Симплекс-метод. Двойственные задачи.	Домашнее задание 3. Выучить этапы симплекс-метода, правила выбора разрешающего элемента. Домашнее задание 4. Изучить разные формулировки транспортной задачи, методы ее решения. Домашнее задание 5. Изучить и законспектировать основные понятия теории графов и сетевого планирования. Домашнее задание 6. Решить транспортную задачу табличным и сетевым способами.
4.	Введение в нелинейное программирование. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций	Домашнее задание 7. Повторить основные понятия дифференциального исчисления функций нескольких переменных. Подготовить конспект
5.	Введение в теорию игр	Домашнее задание 8. Изучить и законспектировать основные понятия и методы теории статистических решений. Домашнее задание 9. Изучить и законспектировать основные понятия и методы теории игр нескольких лиц.
6.	По всем разделам	Индивидуальное расчетное задание. Реферат. Подготовка к контрольной работе. Подготовка к зачету.

6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)

6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Вопросы к зачету

1. Метод неопределенных множителей Лагранжа.
2. Основная задача линейного программирования, ее геометрический смысл.
3. Жордановы исключения. Симплекс-метод.
4. Основные понятия и методы исследования операций. Основные типы задач.
5. Прямые и обратные задачи исследования операций.
6. Однокритериальные и многокритериальные задачи исследования операций. Множество решений по Парето.
7. Двойственность линейного программирования.
8. Задача распределения ресурсов.
9. Транспортные задачи по критерию стоимости.
10. Транспортная задача с дополнительными ограничениями.
11. Оптимизация на сетях.
12. Градиентные методы решения задач оптимизации. Методы нулевого порядка (покоординатного спуска, сопряженных направлений и др.)
13. Градиентные методы решения задач оптимизации. Методы первого порядка (градиентного спуска, метод сопряженных направлений и др.)

14. Градиентные методы решения задач оптимизации. Методы второго порядка (метод Ньютона и др.)
15. Классическое вариационное исчисление. Уравнение Эйлера.
16. Вариационное исчисление. Условия второго порядка Лежандра и Якоби.
17. Задачи оптимального управления.
18. Модели принятия решения в конфликтных ситуациях. Игра как математическая модель конфликта. Основные понятия теории игр.
19. Численные методы решения задач вариационного исчисления и оптимального Предмет и задачи исследования операций и теории игр.
20. Антагонистические матричные игры. Решение матричных игр сведением их к задаче линейного программирования.
21. Геометрическое решение матричной игры.
22. Игры с нестрогим соперничеством.
23. Понятие игры нескольких лиц. Кооперативные игры.
24. Ядро игры нескольких лиц.
25. Арбитражная схема Нэша.
26. Элементы теории статистических решений. Игры с природой.

6.2. Критерии оценивания компетенций:

Таблица 4

Карта критериев оценивания компетенций

Код и наименование компетенции	Компонент (знаниевый/функциональный)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
ОК-3 способность использовать естественнонаучные и математические знания для ориентирования в современном информационном пространстве	Знает основные критерии и методы исследования операций, методы линейного, нелинейного, целочисленного, динамического программирования	Контрольные вопросы Вопросы к зачету	<i>Пороговый уровень:</i> может выполнять работы под контролем преподавателя. <i>Базовый уровень:</i> может выполнять работы самостоятельно. <i>Повышенный уровень:</i> готов выполнять работы в условиях учебно-воспитательного процесса с обучающимися.
	Умеет определить тип задачи; построить математическую модель задачи; подобрать соответствующие методы решения задачи; решить задачу, используя математические, вычислительные методы; интерпретировать ответ	Практические работы Домашние задания. Индивидуальные расчетные задания. Контрольная работа	
ПК-7 способность организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности	Знает области приложения знаний об исследовании операций в общем и дополнительном математическом образовании в школе	Контрольные вопросы Реферат	<i>Пороговый уровень:</i> может выполнять работы под контролем преподавателя. <i>Базовый уровень:</i> может выполнять работы самостоятельно. <i>Повышенный уровень:</i> готов выполнять работы в условиях учебно-воспитательного процесса с обучающимися.
	Может использовать знания и методы исследования операций как средство активизации учебной деятельности	Практические работы Контрольная работа Реферат	

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

7.1 Основная литература:

1. Шапкин, А. С. Математические методы и модели исследования операций : учебник / А. С. Шапкин, В. А. Шапкин. – 7-е изд, – Москва : Издательско-торговая корпорация «Дашков и К°», 2019. - 398 с. – URL: <https://znanium.com/read?id=358152> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.

7.2 Дополнительная литература:

1. Лемешко, Б. Ю. Теория игр и исследование операций / Лемешко Б.Ю. - Новосибирск : НГТУ, 2013. - 167 с. – URL: <https://znanium.com/read?id=36762> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.

2. Литвин, Д. Б. Элементы теории игр и нелинейного программирования: Учебное пособие / Литвин Д.Б., Мелешко С.В., Мамаев И.И. - Ставрополь: Сервисшкола, 2017. - 84 с. – URL: <https://znanium.com/read?id=315583> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.

7.3 Интернет-ресурсы:

1. Единое окно доступа к информационным ресурсам. – URL: <http://window.edu.ru> Режим доступа: свободный.
2. Официальный информационный портал единого государственного экзамена. - URL: <http://www.ege.edu.ru/ru/> Режим доступа: свободный.
3. Портал образования. – URL: <https://portalobrazovaniya.ru> Режим доступа: свободный.
4. Порядок проведения ОГЭ / 4ЕГЭ: портал (нормативные документы, учебные и методические ресурсы). – URL: <https://4ege.ru/documents/4912-poryadok-provedeniya-gia-v-9-om-klasse.html> Режим доступа: свободный.
5. Российское образование. Федеральный портал. – URL: <http://www.edu.ru> Режим доступа: свободный.
6. «Математическое образование» — общедоступная электронная библиотека по математике и вопросам ее преподавания. – URL: <https://www.mathedu.ru/> Режим доступа: свободный.

7.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» – URL: <https://e.lanbook.com/> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.
2. Электронно-библиотечная система Znanium.com – URL: <https://znanium.com/> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.
3. IPR BOOKS – URL: <http://www.iprbookshop.ru/> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU – URL: <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.
5. Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) – URL: <https://icdlib.nspu.ru/> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ) – URL: <https://rusneb.ru/> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.
7. Ивис - – URL: <https://dlib.eastview.com/> Режим доступа: по подписке ТюмГУ.
8. Библиотека ТюмГУ - <https://library.utmn.ru/>

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

- Интернет-браузер для работы с интернет-ресурсами и информационными справочными системами;
- Microsoft Teams – интернет-приложение, платформа для электронного обучения.

Лицензионное ПО для разработки учебно-методических материалов:

- Microsoft Office 2003, Microsoft Office 2007, Microsoft Office 2010, Windows, Dr. Web, Autodesk AutoCAD 2018.

9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Мультимедийная учебная аудитория семинарского типа № 303 на 24 посадочных мест, с **компьютерным классом** на 15 мест для проведения лекционных, практических (лабораторных) занятий оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием:

15+1 ПК (Dell 3060-7601: Intel Core i5 8500T 2,1 ГГц; DDR4 8 ГБ; SSD 256 ГБ; Dell SE2216H: 1920x1080; 21,5 дюйма; MS Windows 10; MS Office 2010), проектор (Epson EB-980W: 1280x800; 3800 лм), экран.

На ПК установлено следующее программное обеспечение: Офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Dr. Web.

Обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.

Мультимедийная учебная аудитория семинарского типа № 311 на 24 рабочих места с **компьютерным классом** на 15 рабочих мест для проведения индивидуальных и групповых консультаций, для самостоятельной работы оснащена следующими техническими средствами обучения и оборудованием:

15+1 ПК (Dell 3060-7601: Intel Core i5 8500T 2,1 ГГц; DDR4 8 ГБ; SSD 256 ГБ; Dell SE2216H: 1920x1080; 21,5 дюйма; MS Windows 10; MS Office 2010), **проектор** (Epson EB-980W: 1280x800; 3800 лм), **экран** (16:10)

На ПК установлено следующее программное обеспечение:

— Офисное ПО: операционная система MS Windows, офисный пакет MS Office, платформа MS Teams, офисный пакет LibreOffice, антивирусное ПО Dr. Web.

Обеспечено проводное подключение ПК к локальной сети и сети Интернет.