

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт математики, физики и информационных технологий
Кафедра функционального анализа

УТВЕРЖДАЮ:
Директор института



И. Н. Якунина
«20» января 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.02.1 Комбинаторный анализ

Направление подготовки/специальность: 01.03.01 - Математика

Профиль/направленность/специализация: Дифференциальные уравнения, динамические системы и оптимальное управление

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2020

Автор программы:

Кандидат физико-математических наук, доцент Панасенко Елена Александровна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.01 - Математика (уровень бакалавриата) (приказ Министерства образования и науки РФ от «10» января 2018 г. № 8).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры функционального анализа «11» января 2021 г. Протокол № 5

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института математики, физики и информационных технологий, Протокол от «20» января 2021 г. № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	8
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	11
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	13
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	14

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-10 Способен представлять и адаптировать знания с учетом уровня аудитории

ПК-3 Способен публично представлять известные и собственные научные результаты

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский
- педагогический

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сферах: 01 Образование и наука (в сфере общего, профессионального и дополнительного профессионального образования; в сфере научных исследований), 40 Сквозные виды профессиональной деятельности в промышленности (в сфере научно-исследовательских и опытноконструкторских разработок)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
- В/03.6 Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования - В/04.6 Модуль «Предметное обучение. Математика»	ПК-10 Способен представлять и адаптировать знания с учетом уровня аудитории	Адаптирует учебные программы дисциплин к реальным условиям образовательного процесса; проектирует внедрение нового математического содержания в системы обучения математике на различных уровнях
		Анализирует школьные учебники с точки зрения реализации программы; решает задачи на вычисление и доказательство. сопоставляет возможные варианты построения и доказательного изложения математической теории
- В Проведение научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок при исследовании самостоятельных тем - В/02.6 Проведение работ по обработке и анализу научно-технической информации и результатов исследований - В/03.6 Педагогическая деятельность по реализации программ основного и среднего общего образования - В/04.6 Модуль «Предметное обучение. Математика»	ПК-3 Способен публично представлять известные и собственные научные результаты	Умеет применять правила и стандарты оформления научной и технической документации; знает основы ораторского искусства

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

аудитории

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		7	8
1	Адаптационная дисциплина для инвалидов и лиц с ОВЗ "Квантование"	+	
2	Научно-исследовательская работа		+
3	Теоретическая механика	+	
4	Экстремальные задачи и методы их решения	+	

ПК-3 Способен публично представлять известные и собственные научные результаты

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	
		7	8
1	Адаптационная дисциплина для инвалидов и лиц с ОВЗ "Квантование"	+	
2	Научно-исследовательская работа		+
3	Преддипломная практика		+
4	Теория представления групп	+	
5	Экстремальные задачи и методы их решения	+	

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Комбинаторный анализ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 01.03.01 - Математика.

Дисциплина «Комбинаторный анализ» изучается в 7 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	108
Контактная работа	54
Лекции (Лекции)	14
Практические (Практ. раб.)	40
Самостоятельная работа (СР)	54
Зачет	-

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О	О	О	
7 семестр					
1	Перечислительная комбинаторика, рекуррентные соотношения и производящие функции	4	12	14	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
2	Латинские квадраты и системы различных представителей (СРП). Цикловые индексы	4	12	14	Выполнение практических заданий; Опрос
3	Графы: основные понятия	2	6	12	Выполнение практических заданий; Контрольная работа
4	Раскрашивание графов	4	10	14	Выполнение практических заданий; Зачет

Тема 1. Перечислительная комбинаторика, рекуррентные соотношения и производящие функции (ПК-3)

Лекция.

Основные формулы перечислительной комбинаторики: перестановки, размещения, сочетания с повторениями и без. Формулы включения и исключения. Перестановки с ограничением позиций (беспорядки). Комбинаторные тождества. Производящие функции в задачах на подсчет. Вычисление коэффициентов производящих функций. Построение производящих функций с заданными коэффициентами. Составление рекурсий для решения задач на подсчет. Решение однородных и неоднородных рекуррентных соотношений. Решение рекурсий с помощью производящих функций.

Практическое занятие.

Занятия №1,2. Основные формулы перечислительной комбинаторики.

Занятие №3. Формулы включения и исключения. Беспорядки. Доказательства в комбинаторике.

Занятие №4. Производящие функции в задачах на подсчет.

Занятие №5. Построение и решение рекуррентных соотношений в задачах на подсчет.

Занятие №6. Контрольная работа №1.

Задания для самостоятельной работы.

Изучить теоретический материал.

1. Изучить основные методы решения задач на подсчет.
2. Научиться выбирать рациональный метод решения, понимать преимущества разных методов решения в зависимости от практической задачи.
3. Решение задач, аналогичных рассматриваемым на практических занятиях.

Тема 2. Латинские квадраты и системы различных представителей (СРП). Цикловые индексы (ПК-3)

Лекция.

Латинские квадраты, задачи, приводящие к построению латинских квадратов. Системы различных представителей (СРП), теоремы Холла. Оценка числа квадратов порядка n . Ортогональные латинские квадраты, существование полного семейства взаимно ортогональных латинских квадратов. Эквивалентность и группы симметрии. Теорема Бернсайда. Цикловой индекс, перечисление классов эквивалентности. Формула Пойа.

Практическое занятие.

Занятие №7. Системы различных представителей. Латинские квадраты

Занятие № 8,9. Эквивалентность и группы симметрии. Цикловой индекс. Формула Пойа.

Задания для самостоятельной работы.

Изучить теоретический материал.

- 1 Изучить области применения теоремы Холла.
- 2 Углубленное изучение материалов темы.
- 3 Решение задач, аналогичных рассматриваемым на практических занятиях.

Тема 3. Графы: основные понятия (ПК-10)

Лекция.

Начальные понятия теории графов. Покрытия и паросочетания в графах.

Практическое занятие.

Занятие №10-12. Начальные понятия теории графов: ориентированные и неориентированные графы. Простые, планарные, полные, регулярные, двудольные графы. Дополнение графа; клика, обхват и независимые множества графа. Матрицы смежности и инцидентности. Изоморфизм графов. Индуцированные графы, разрезающие ребра и вершины.

Занятие №13. Эйлеровы и Гамильтоновы графы. k -регулярные графы. Гиперкубы.

Занятие №14. Реберные и вершинные покрытия графа, наименьшие и минимальные покрытия. Максимальные и наибольшие паросочетания. Паросочетания в двудольных графах.

Занятие №15. Контрольная работа № 2.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Углубленное изучение материалов темы.
- 2 Решение задач на распознавание изоморфных графов, индуцированных подграфов, отыскание наименьших вершинных и реберных покрытий графов, наибольших паросочетаний и т.д.

Тема 4. Раскрашивание графов (ПК-10)

Лекция.

Задачи, приводящие к построению вершинных и реберных раскрасок графов. К-раскрашиваемые графы. Хроматическое число, его оценки. Алгоритм последовательной раскраски. Хроматический многочлен. Свойства. Построение хроматических многочленов. Раскрашивание ребер.

Практическое занятие.

Занятие № 16. Хроматические числа, их оценки.

Занятие №17-18. Хроматические многочлены и их свойства.

Задания для самостоятельной работы.

- 1 Задачи, приводящие к построению вершинных раскрасок графов.
- 2 Основные алгоритмы построения правильных вершинных раскрасок.
- 3 Способы вычисления хроматических чисел.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

7 семестр

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 60 баллов
- контрольные срезы – 2 среза: 10 баллов, 20 баллов
- премиальные баллы – 20 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Перечислительная комбинаторика, рекуррентные соотношения и производящие функции	Выполнение практических заданий	10	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 5 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.
2.	Латинские квадраты и системы различных представителей (СРП). Цикловые индексы	Выполнение практических заданий	10	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.

		Опрос	10	90-100% правильно выполненных заданий - 10 баллов; 80-89% правильно выполненных заданий - 8 баллов; 70-79% правильно выполненных заданий - 6 баллов; 60-69% правильно выполненных заданий - 4 балла; 50-59% правильно выполненных заданий - 2 балла; менее 50% правильно выполненных заданий - 0 баллов;
3.	Графы: основные понятия	Выполне ние практичес ких заданий	10	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
		Контроль ная работа	10	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 5 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.
4.	Раскрашивание графов	Выполне ние практичес ких заданий	10	3 балла – задача решена верно, метод выбран наиболее рационально, студент грамотно отвечает на все поставленные преподавателем вопросы; 2 балла – задача решена верно, но при этом использован не самый рациональный метод (или студент неуверенно отвечает на поставленные вопросы, ошибается, но сам себя исправляет); 1 балл – студент может правильно решить задачу только с помощью наводящих вопросов преподавателя, но в процессе работы осваивает нужный учебный материал; 0 баллов – студент не может привести решение задачи и не может ответить на наводящие вопросы преподавателя и обнаруживает полную неподготовленность по изучаемой тематике.
		Зачет(ко нтрольн ый срез)	20	Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам, содержащим 10 заданий. Каждое задание оценивается в 2 балла.
5.	Посещаемость		10	10 баллов за регулярное выполнение всех заданий и отсутствие пропусков занятий без уважительных причин
6.	Премиальные баллы		20	Участие в студенческих олимпиадах – 10 баллов Участие в студенческих конференциях – 10 баллов
7.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы на экзамене		50	Добор баллов: студент может предоставить все задания текущего контроля и задания контрольных срезов
8.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по зачету выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Выполнение практических заданий

Тема 1. Перечислительная комбинаторика, рекуррентные соотношения и производящие функции
решение задач

Тема 2. Латинские квадраты и системы различных представителей (СРП). Цикловые индексы
решение задач

Тема 3. Графы: основные понятия
решение задач

Тема 4. Раскрашивание графов
решение задач

Зачет

Тема 4. Раскрашивание графов
Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

Контрольная работа

Тема 1. Перечислительная комбинаторика, рекуррентные соотношения и производящие функции
Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

Тема 3. Графы: основные понятия
Самостоятельное выполнение заданий по индивидуальным билетам

Опрос

Тема 2. Латинские квадраты и системы различных представителей (СРП). Цикловые индексы
Вопросы для проведения опроса

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-10, ПК-3)

Типовые вопросы зачета

- 1 Основные формулы перечислительной комбинаторики: перестановки, размещения, сочетания. Формулы включения и исключения. Комбинаторные тождества.
- 2 Перестановки с ограничением позиций (беспорядки). Ладейные доски и ладейные многочлены.
- 3 Обыкновенные и экспоненциальные генерирующие функции, вычисление их коэффициентов.
- 4 Решение рекурсий с помощью генерирующих функций.
- 5 Ориентированные и неориентированные графы. Простые, планарные, полные, регулярные, двудольные графы.
- 6 Дополнение графа; клика, обхват и независимые множества графа.
- 7 Матрицы смежности и инцидентности. Изоморфизм графов. Индуцированные графы, разрезающие ребра и вершины.

Типовые задания для зачета (ПК-10, ПК-3)

- 1 Сколько всевозможных «слов» можно составить из слова «Комбинаторика» (использовав все буквы), в которых содержится хотя бы одно из слов «комик» и «микр»?
- 2 На новогоднем костюмированном празднике Дед Мороз раздает детям шоколад шести различных сортов: Сказка, Мишка на севере, Красная Шапочка, Аленка, Белочка, Петушок (шоколада у Деда Мороза -- неограниченное количество):
 - 1) Сколько способов у Деда Мороза подарить по одной шоколадке различных сортов четырем «одинаковым» Снежинкам?
 - 2) Сколько способов угостить Бабу Ягу, Снеговика и Фею, дав каждому из них по одной шоколадке различных сортов?
 - 3) Сколько способов дать каждому из тех же трех сказочных героев по две различных шоколадки?
 - 4) Сколькими способами Дед Мороз может распределить 12 «Сказок» и 7 «Белочек» между Волком, Лисой и Зайцем, если каждый из них должен получить по крайней мере по одной шоколадке каждого сорта?
3. Рита живет 4-мя кварталами южнее и 7-ю кварталами западнее Вики. Сколькими способами Рита может добраться до Вики, если она должна двигаться только на север или на восток.
4. Оля, Лена, Женя, Сергей, Витя и Алексей выбирают подарки к Новому Году для своих близких и друзей. Каждый из них должен приобрести хотя бы один подарок. Оле и Лене нужно купить не более, чем по три подарка; Сергею, Вите и Алексею потребуются как минимум по два, но не более, чем по четыре; Женя же должна выбрать в точности четыре. Постройте генерирующую функцию для подсчета количества способов, которыми ребята могут приобрести n подарков на всех. Сколько способов выбрать 17 подарков?
5. Постройте и решите рекуррентное соотношение для количества n -значных троичных последовательностей, в которых 1 не появляется нигде правее 2.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-10	Умеет адаптировать учебные программы дисциплин к реальным условиям образовательного процесса; способен проектировать внедрение нового математического содержания в учебный процесс. Умеет анализировать школьные учебники с точки зрения реализации программы; умеет решать задачи на вычисление и доказательство; умеет выбрать наиболее рациональные возможные варианты решения задачи.
	ПК-3	Хорошо умеет применять правила и стандарты оформления научной и технической документации; знает основы ораторского искусства.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-10	Не умеет адаптировать учебные программы дисциплин к реальным условиям образовательного процесса; не способен проектировать внедрение нового математического содержания в учебный процесс. Не умеет анализировать школьные учебники с точки зрения реализации программы; не умеет решать задачи на вычисление и доказательство, не умеет выбрать наиболее рациональные возможные варианты решения задачи.
	ПК-3	Не умеет применять правила и стандарты оформления научной и технической документации; не знает основ ораторского искусства.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4 Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;
- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Полякова, О. Р. Элементы теории графов и комбинаторики : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Элементы теории графов и комбинаторики. - Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2017. - 84 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/74358.html>
2. Клековкин Г. А. Теория графов. Среда Maxima : Учебное пособие для вузов. - 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 133 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/453884>
3. Сагадеева, М. А. Теория графов : учебное пособие. - 2029-02-28; Теория графов. - Челябинск, Саратов: Южно-Уральский институт управления и экономики, Ай Пи Эр Медиа, 2019. - 143 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/81497.html>
4. Калитин, Д. В., Калитина, О. С. Основы дискретной математики. Теория графов : практикум. - 2021-03-01; Основы дискретной математики. Теория графов. - Москва: Издательский Дом МИСиС, 2017. - 67 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/78551.html>

5. Богаченко Н. Ф., Усов С. В. Дискретная математика: комбинаторика, теория графов и шифры : практикум. - Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, 2019. - 56 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575760>
6. Клековкин Г. А., Коннова Л. П., Коннов В. В. Геометрическая теория графов : Учебное пособие для вузов. - испр. и доп; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 240 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/453883>

6.2 Дополнительная литература:

1. Холл М. Комбинаторный анализ. - Москва: Издательство иностранной литературы, 1963. - 71 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454806>
2. Пак В. Г. Дискретная математика: теория множеств и комбинаторный анализ. Сборник задач : Учебное пособие для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 235 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/453113>
3. Риордан Д. Введение в комбинаторный анализ. - Москва: Изд-во иностр. лит., 1963. - 287 с. - электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=222529>
4. Харари Ф. Теория графов. - 2-е изд.. - М.: Едиториал УРСС, 2003. - 300 с.

6.3 Иные источники:

1. 3. Шварц Д.А. Задачи по комбинаторике. Москва: Изд-во ВШЭ, 2018. - <https://www.publications.hse.ru/mirror/pubs/share/direct/228714654>
2. База данных zbMath - <https://www.zbmath.org/>
3. Библиотека научной и учебной литературы - <http://sbiblio.com>
4. Журнал «Успехи математических наук» - http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=tmf&option_lang=rus
5. Предметно-ориентированные информационные системы - <http://www.knigafund.ru>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

LibreOffice

Операционная система "Альт Образование"

Microsoft Windows 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
3. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
4. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
5. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prlib.ru>
6. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
7. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
8. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.