

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор

Хагуров Т.А.

подпись

« 30 » _____ мая _____ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.О.31 ДИСКРЕТНОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

Направление подготовки: 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Математические и информационные технологии
в цифровой экономике;

Программирование и информационные
технологии);

Математическое моделирование в
естествознании и технологиях

Форма обучения _____ очная _____

Квалификация (степень) выпускника _____ бакалавр _____

Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Дискретное программирование» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика.

Программу составил: Силинская С.М.,
доцент кафедры анализа данных и искусственного
интеллекта, к.т.н., доцент



Рабочая программа дисциплины «Дискретное программирование» утверждена на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта протокол № 13 от 20.05.2025 г.

Заведующий кафедрой
Коваленко А.В., д.ф.-м.н, к.э.н., доцент



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 4 от 23.05.2025 г.

Председатель УМК факультета компьютерных технологий и
прикладной математики УМК факультета
А.В. Коваленко, д.ф.-м.н, к.э.н., доцент



Рецензенты:

Трофимов Виктор Маратович

Доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры информационных систем и программирования ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет».

Попова Елена Витальевна.

Доктор экономических наук, кандидат физико-математических наук, профессор, Заведующий кафедрой информационных систем ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина».

1. Цели и задачи учебной дисциплины

1.1 Цели изучения дисциплины определены государственным образовательным стандартом высшего образования и соотнесены с общими целями ООП ВО по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика», в рамках которой преподается дисциплина.

Целью освоения учебной дисциплины «Дискретное программирование» является развитие профессиональных компетентностей приобретения практических навыков использования математических моделей теории графов и методов дискретной оптимизации, реализующих инновационный характер в высшем образовании.

1.2 Задачи дисциплины:

- обучить студентов понятиям и методам дискретного программирования;
- познакомить студентов с понятиями и методами дискретного программирования, необходимыми для изучения математических методов и моделей в экономике;
- подготовить студентов к самостоятельному изучению тех разделов теории дискретного программирования, которые могут потребоваться дополнительно в практической и исследовательской работе.

1.3 Место учебной дисциплины в структуре ООП ВО

Данная дисциплина (Дискретное программирование) тесно связана с дисциплинами: «Теория вероятностей и математическая статистика», «Методы оптимизации», «Теория игр и исследование операций». Она направлена на формирование знаний и умений обучающихся решать задачи дискретной оптимизации и сетевого программирования в экономике, экологии и других областях. В курсе «Дискретное программирование» основное внимание уделяется модельному аспекту теории: от постановок задач дискретного и сетевого программирования и анализа возможных принципов оптимальности, до численных методов их решения. Она обеспечивает способность у обучающихся к теоретико-методологическому анализу проблем математического моделирования; формирование компетенций в решении дискретных оптимизационных задач в экономике, экологии и других областях. В совокупности изучение этой дисциплины готовит студентов, как к различным видам практической экономической деятельности, так и к научно-теоретической, исследовательской деятельности.

Изучение данной дисциплины базируется на ООП бакалавриата, а также на знаниях, полученных в рамках дисциплин ООП бакалавриата.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся универсальных общепрофессиональных компетенций (ОПК):

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1.	ОПК-3	Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области	Постановки задач дискретного и сетевого программирования	Решать дискретные оптимизационные задачи в экономике,	Обеспечивать способность у обучающихся к теоретико-методологи-

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		профессиональной деятельности.	ния, возможные принципы оптимальности, численные методы их решения.	экологии и других.	ческому анализу проблем математического моделирования, используя современные образовательные и информационные технологии.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ представлен в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)
			5
Контактная работа, в том числе:		72,2	72,2
Аудиторные занятия (всего):		68	68
<i>Занятия лекционного типа</i>		34	34
<i>Лабораторные занятия</i>		34	34
<i>Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)</i>		-	-
Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
Самостоятельная работа, в том числе:		35,8	35,8
<i>Курсовая работа</i>		-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>		20	20
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>		15,8	15,8
<i>Реферат</i>		-	-
Контроль:		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	в том числе контактная работа	72,2	72,2
	зач.ед	3	3

2.2 Структура учебной дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы дисциплины, изучаемые в 5 семестре.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Графическое решение задач линейного программирования	2	2	-		
2.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	10	2	-	4	4
3.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса	6	2	-	2	2
4.	Двойственная задача	6	2	-	2	2
5.	Решение задач дробно-линейного программирования	6	2	-	2	2
6.	Двойственный симплекс-метод	7,8	2	-	2	3,8
7.	Решение задач линейного программирования с параметром в целевой функции	6	2	-	2	2
8.	Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений	12	4	-	4	4
9.	Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)	6	2	-	2	2
10.	Решение транспортных задач линейного программирования	6	2	-	2	2
11.	Решение задачи о назначениях. Метод Мака	6	2	-	2	2
12.	Решение матричных игр симплекс-методом	12	4	-	4	4
13.	Решение матричных игр графическим методом	6	2	-	2	2
14.	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	6	2	-	2	2
15.	Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ	6	2	-	2	2
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	103,8	34	-	34	35,8
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				
	Общая трудоемкость по дисциплине	108				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Графическое решение задач линейного программирования	Постановка задачи линейного программирования. Построение области допустимых решений. Виды областей. Нахождение оптимального решения	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
2.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	Каноническая ЗЛП. Допустимые и оптимальные множества. Необходимое и достаточное условие опорного решения. Критерий оптимальности. Признак неограниченности целевой функции. Алгоритм симплекс-метода.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
3.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса	Критерий разрешимости М-задачи. Алгоритм метода искусственного базиса	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
4.	Двойственная задача	Понятие взаимно-двойственных задач, построение двойственной задачи. Теоремы двойственности	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
5.	Решение задач дробно-линейного программирования	Постановка задачи дробно-линейного программирования, алгоритм замены переменных, критерий разрешимости	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
6.	Двойственный симплекс-метод	Понятие двойственного симплекс-метода, основные понятия, определения и теоремы.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
7.	Решение задач линейного программирования с параметром в целевой функции	Постановка задачи. Основные теоремы и критерии исследования задачи с параметром.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
8.	Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений	Постановка задачи. Основные теоремы и критерии исследования задачи с параметром.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
9.	Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)	Целочисленное программирование. Критерий разрешимости. Основные теоремы. Алгоритм метода Гомори.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
10.	Решение транспортных задач	Различные методы построения опорного плана транспортной задачи, сравнение. Метод потенциалов решения ТЗ.	Проверка выполнения СР Контрольные

	линейного программирования		вопросы
11.	Решение задачи о назначениях. Метод Мака	Постановка задачи о назначениях. Алгоритм метода Мака.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
12.	Решение матричных игр симплекс-методом	Понятие матричной игры. Сведение к задаче линейного программирования, симплекс-метод решения матричной игры	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
13.	Решение матричных игр графическим методом	Сведение матричной игры к размерности $2 \times n$, $n \times 2$. Графический способ решения.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
14.	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	Схема метода ветвей и границ для общей задачи дискретного программирования. Постановка задачи о коммивояжере, алгоритм решения.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы
15.	Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ	Схема метода ветвей и границ для общей задачи дискретного программирования. Постановка задачи о назначениях, алгоритм решения.	Проверка выполнения СР Контрольные вопросы

2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебным планом не предусмотрены

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Тематика лабораторных занятий	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Графическое решение задач линейного программирования	Графическое решение задач линейного программирования	Выполнение индивидуального задания
2.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	Выполнение индивидуального задания
3.	Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса	Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса	Выполнение индивидуального задания
4.	Двойственная задача	Составление двойственной задачи.	Выполнение индивидуального задания
5.	Решение задач дробно-линейного программирования	Решение задач дробно-линейного программирования	Выполнение индивидуального задания

6.	Двойственный симплекс-метод	Решение задач двойственным симплекс-методом	Выполнение индивидуального задания
7.	Решение задач линейного программирования с параметром в целевой функции	Решение задач линейного программирования с параметром в целевой функции	Выполнение индивидуального задания
8.	Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений	Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений	Выполнение индивидуального задания
9.	Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)	Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)	Выполнение индивидуального задания
10.	Решение транспортных задач линейного программирования	Решение транспортных задач линейного программирования	Выполнение индивидуального задания
11.	Решение задачи о назначениях. Метод Мака	Решение задачи о назначениях. Метод Мака	Выполнение индивидуального задания
12.	Решение матричных игр симплекс-методом	Решение матричных игр симплекс-методом	Выполнение индивидуального задания
13.	Решение матричных игр графическим методом	Решение матричных игр графическим методом	Выполнение индивидуального задания
14.	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	Выполнение индивидуального задания
15.	Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ	Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ	Выполнение индивидуального задания

Примечание: ЛР – отчет/защита лабораторной работы, КП – выполнение курсового проекта, КР – курсовой работы, РГЗ – расчетно-графического задания, Р – написание реферата, Э – эссе, К – коллоквиум, Т – тестирование, РЗ – решение задач.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г
2	Подготовка к лабораторным занятиям	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г
3	Подготовка к текущему контролю	Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры анализа данных и искусственного интеллекта факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 22.03.2023 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

В соответствии с требованиями ФГОС в программа дисциплины предусматривает использование в учебном процессе следующих образовательные технологии: чтение лекций с использованием мультимедийных технологий; метод малых групп, разбор практических задач и кейсов.

При проведении занятий по дисциплине используются следующие образовательные технологии:

- технология разноуровневого (дифференцированного) обучения – предполагает осуществление познавательной деятельности студентов с учётом их индивидуальных способностей, возможностей и интересов, поощряя их реализовывать свой творческий потенциал;
- технология модульного обучения – предусматривает деление содержания дисциплины на достаточно автономные разделы (модули), интегрированные в общий курс.
- технология коллективного взаимодействия (организованный диалог, коллективный способ обучения);
- технология обучения в сотрудничестве – реализует идею взаимного обучения, осуществляя как индивидуальную, так и коллективную ответственность за решение учебных задач;
- технология адаптивного обучения (индивидуализированное обучение).

Основные виды интерактивных образовательных технологий включают в себя:

- работа в малых группах (команде) - совместная деятельность студентов в группе под руководством лидера, направленная на решение общей задачи путём творческого сложения результатов индивидуальной работы членов команды с делением полномочий и ответственности;
- проектная технология - индивидуальная или коллективная деятельность по отбору, распределению и систематизации материала по определенной теме, в результате которой составляется проект;
- анализ конкретных ситуаций - анализ реальных проблемных ситуаций, имевших место в соответствующей области профессиональной деятельности, и поиск вариантов лучших решений;
- развитие критического мышления – образовательная деятельность, направленная на развитие у студентов разумного, рефлексивного мышления, способного выдвинуть новые идеи и увидеть новые возможности.

Подход разбора конкретных задач и ситуаций широко используется как преподавателем, так и студентами во время лекций, лабораторных занятий и анализа результатов самостоятельной работы. Это обусловлено тем, что при исследовании и решении каждой конкретной задачи имеется, как правило, несколько методов, а это требует разбора и оценки целой совокупности конкретных ситуаций.

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество интерактивных часов
5	Л	Презентации и обсуждение. Занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	4
	ЛР	Разбор конкретных ситуаций (задач), тренинги по решению задач, компьютерные симуляции (программирование алгоритмов). Занятия в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – студент»	4
Итого:			8

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

Комплексное использование в учебном процессе всех вышеназванных технологий стимулируют личностную, интеллектуальную активность, развивают познавательные процессы, способствуют формированию компетенций, которыми должен обладать будущий специалист.

4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Дискретное программирование»

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Фонд оценочных средств предназначен для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Дискретное программирование» (зачет в 5 семестре).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины*	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Графическое решение задач линейного программирования	ОПК-3	Индивидуальное задание №1-	Вопрос на зачете 1-3
2	Решение задач линейного программирования симплекс-методом	ОПК-3	Индивидуальное задание №2-	Вопрос на зачете 4-8
3	Решение задач линейного программирования симплекс-методом с использованием искусственного базиса	ОПК-3	Индивидуальное задание №3-	Вопрос на зачете 9-14
4	Двойственная задача	ОПК-3	Индивидуальное задание №4-	Вопрос на зачете 15-19
5	Решение задач дробно-линейного	ОПК-3	Индивидуальное задание №5-	Вопрос на зачете 20-23

	программирования			
6	Двойственный симплекс-метод	ОПК-3	Индивидуальное задание №6-	Вопрос на зачете 24-30
7	Решение задач линейного программирования с параметром в целевой функции	ОПК-3	Индивидуальное задание №7-	Вопрос на зачете 31-36
8	Решение задач линейного программирования с параметром в системе ограничений	ОПК-3	Индивидуальное задание №8-	Вопрос на зачете 1-8
9	Решение линейной целочисленной задачи методом отсечений (методом Гомори)	ОПК-3	Индивидуальное задание №9-	Вопрос на зачете 9-13
10	Решение транспортных задач линейного программирования	ОПК-3	Индивидуальное задание №10-	Вопрос на зачете 14-18
11	Решение задачи о назначениях. Метод Мака	ОПК-3	Индивидуальное задание №11-	Вопрос на зачете 19-23
12	Решение матричных игр симплекс-методом	ОПК-3	Индивидуальное задание №12-	Вопрос на зачете 24-30
13	Решение матричных игр графическим методом	ОПК-3	Индивидуальное задание №13-	Вопрос на зачете 31-39
14	Решение задачи о коммивояжере методом ветвей и границ	ОПК-3	Индивидуальное задание №14-	Вопрос на зачете 40-47
15	Решение задачи о назначениях методом ветвей и границ	ОПК-3	Индивидуальное задание №15-	Вопрос на зачете 48-54

Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ОПК-3 Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности.	Знает – базовые методы основные понятия, определения и свойства объектов математического моделирования, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства,	Знает - основные методы основные понятия, определения и свойства объектов математического моделирования формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства,	Знает – основные методы основные понятия, определения и свойства объектов математического моделирования, формулировки и доказательства утверждений, методы их доказательства, возможные сферы их

	возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно-научного цикла;	возможные сферы их связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественно-научного цикла;	связи и приложения в других областях математического знания и дисциплинах естественнонаучного цикла; знаком с нестандартными подходами к решению задач.
	<i>Умеет</i> – доказывать базовые утверждения, решать базовые задачи дискретного программирования, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественно-научного цикла;	<i>Умеет</i> – доказывать базовые утверждения, решать основные задачи дискретного программирования, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественно-научного цикла;	<i>Умеет</i> – доказывать основные утверждения, решать задачи, применять полученные навыки в других областях и дисциплинах естественнонаучного цикла; проводить доказательства нестандартным путем.
	<i>Владеет</i> - методами программирования для решения профессиональных задач	<i>Владеет</i> - методами и программирования для решения профессиональных задач	<i>Владеет</i> – (уверенно) программирования для решения профессиональных задач

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости

Примеры индивидуальных заданий

Индивидуальное задание № 1:

В задачах 1.1 – 1.118 для заданных

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \\ a_{31} & a_{32} \end{pmatrix}, \quad B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \quad \text{и} \quad C = (c_1 \quad c_2) \quad \text{решить графическим методом задачу}$$

линейного программирования

$$F = c_1 x_1 + c_2 x_2 \rightarrow \max,$$

$$a_{11} x_1 + a_{12} x_2 \leq b_1,$$

$$a_{21} x_1 + a_{22} x_2 \leq b_2,$$

$$a_{31} x_1 + a_{32} x_2 \leq b_3,$$

$$x_1 \geq 0, \quad x_2 \geq 0.$$

$$1.1. A = \begin{pmatrix} 3 & -4 \\ 0 & 5 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 3 \\ 25 \\ 10 \end{pmatrix}; C = (6, 5).$$

$$1.2. A = \begin{pmatrix} 6 & 0 \\ 1 & 2 \\ -4 & 2 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 24 \\ 16 \\ 6 \end{pmatrix}; C = (2, 1).$$

$$1.3. A = \begin{pmatrix} 2 & -30 \\ -14 & 16 \\ 17 & 23 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 18 \\ 80 \\ 709 \end{pmatrix};$$

$C = (5, 1).$

$$1.4. A = \begin{pmatrix} 6 & -1 \\ 0 & 3 \\ -4 & 1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 18 \\ 18 \\ 2 \end{pmatrix}; C = (8, 1).$$

$$1.5. A = \begin{pmatrix} 7 & -2 \\ 0 & 3 \\ -5 & 2 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 21 \\ 21 \\ 4 \end{pmatrix}; C = (7, 1).$$

$$1.6. A = \begin{pmatrix} 2 & -1 \\ 0 & 1 \\ -1 & 1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 2 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix}; C = (3, 8).$$

$$1.7. A = \begin{pmatrix} 10 & -3 \\ 3 & 7 \\ -8 & 1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 50 \\ 94 \\ 5 \end{pmatrix}; C = (6, 4).$$

$$1.8. A = \begin{pmatrix} 14 & -13 \\ 11 & 12 \\ -16 & 8 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 98 \\ 388 \\ 72 \end{pmatrix};$$

$C = (3, 7).$

Индивидуальное задание № 2

Задачу линейного программирования из 1.1–1.18 привести к каноническому виду и решить симплекс-методом

Индивидуальное задание № 3

Задание. В задачах 3.1 – 3.102 для заданных

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \end{pmatrix}, B = \begin{pmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{pmatrix} \text{ и}$$

$C = (c_1, c_2, c_3, c_4, c_5)$ решить симплекс-методом каноническую задачу линейного программирования

$$l(x) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_3 x_3 + c_4 x_4 + c_5 x_5 \rightarrow \max;$$

$$a_{i1} x_1 + a_{i2} x_2 + a_{i3} x_3 + a_{i4} x_4 + a_{i5} x_5 = b_i, i = 1, 2, 3;$$

$$x_1, \dots, x_5 \geq 0.$$

$$3.1 C = (1, 5, -2, 5, -1);$$

$$A = \begin{pmatrix} 3 & -5 & 1 & -1 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & -1 & -1 \\ 1 & -2 & 1 & 1 & -1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 8 \\ -20 \\ 12 \end{pmatrix}.$$

$$3.2 C = (3, -1, 3, 4, 2);$$

$$A = \begin{pmatrix} -3 & -1 & 1 & 0 & 19 \\ 1 & -1 & -1 & 1 & -28 \\ -2 & 0 & 0 & -1 & 11 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 136 \\ -182 \\ -6 \end{pmatrix}.$$

$$3.3 C = (-2, -1, -2, 1, 2);$$

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 14 & 2 & 1 & -1 \\ 0 & -4 & -6 & -1 & -1 \\ -1 & -9 & 0 & -1 & -1 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} 84 \\ -100 \\ -110 \end{pmatrix}.$$

$$3.4 C = (-2, 3, 2, -1, 4);$$

$$A = \begin{pmatrix} -1 & -1 & 0 & 4 & -1 \\ 3 & -1 & 0 & -6 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}; B = \begin{pmatrix} -20 \\ 16 \\ 42 \end{pmatrix}.$$

Индивидуальное задание № 13

Задание 1. Для игры заданной платежной матрицей A в упражнениях 13.1 – 13.102 найти нижнее и верхнее значения игры; оптимальные смешанные стратегии обоих игроков;

цену игры.

Задание 2. Для игры заданной платежной матрицы $C = A^T$, где A из 13.1 – 13.102 найти нижнее и верхнее значения игры; оптимальные смешанные стратегии обоих игроков; цену игры.

$$12.1 A = \begin{pmatrix} 4 & 1 & 9 \\ 7 & 9 & 4 \end{pmatrix}.$$

$$13.2 A = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 7 \\ 1 & 5 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$13.3 A = \begin{pmatrix} 9 & 4 & 1 \\ 1 & 3 & 9 \end{pmatrix}.$$

$$13.4 A = \begin{pmatrix} 7 & 9 & 2 \\ 6 & 3 & 7 \end{pmatrix}.$$

$$13.5 A = \begin{pmatrix} 5 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$13.6 A = \begin{pmatrix} 8 & 3 & 7 \\ 6 & 9 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$13.7 A = \begin{pmatrix} 7 & 1 & 8 \\ 3 & 8 & 2 \end{pmatrix}.$$

$$13.8 A = \begin{pmatrix} 8 & 7 & 2 \\ 3 & 5 & 8 \end{pmatrix}.$$

$$13.9 A = \begin{pmatrix} 2 & 8 & 4 \\ 7 & 1 & 3 \end{pmatrix}.$$

Индивидуальное задание № 14

Задание. В задачах 2.1 – 2.106 для заданной матрицы расстояний

$$C = \begin{pmatrix} - & c_{12} & c_{13} & c_{14} & c_{15} & c_{16} \\ c_{21} & - & c_{23} & c_{24} & c_{25} & c_{26} \\ c_{31} & c_{32} & - & c_{34} & c_{35} & c_{36} \\ c_{41} & c_{42} & c_{43} & - & c_{45} & c_{46} \\ c_{51} & c_{52} & c_{53} & c_{54} & - & c_{56} \\ c_{61} & c_{62} & c_{63} & c_{64} & c_{65} & - \end{pmatrix}$$

решить задачу коммивояжера.

2.1

$$\begin{pmatrix} - & 36 & 16 & 19 & 37 & 40 \\ 36 & - & 20 & 23 & 28 & 36 \\ 20 & 12 & - & 18 & 20 & 16 \\ 32 & 24 & 18 & - & 20 & 38 \\ 37 & 20 & 12 & 28 & - & 32 \\ 22 & 17 & 18 & 30 & 40 & - \end{pmatrix}.$$

2.2

$$\begin{pmatrix} - & 4 & 31 & 23 & 7 & 10 \\ 6 & - & 4 & 10 & 4 & 4 \\ 22 & 10 & - & 20 & 23 & 26 \\ 14 & 6 & 22 & - & 15 & 35 \\ 27 & 10 & 32 & 39 & - & 16 \\ 13 & 10 & 12 & 27 & 39 & - \end{pmatrix}.$$

2.3

$$\begin{pmatrix} - & 6 & 25 & 17 & 37 & 23 \\ 6 & - & 10 & 12 & 10 & 6 \\ 29 & 12 & - & 17 & 16 & 16 \\ 14 & 14 & 35 & - & 26 & 26 \\ 29 & 10 & 14 & 24 & - & 26 \\ 13 & 12 & 32 & 42 & 22 & - \end{pmatrix}.$$

2.4

$$\begin{pmatrix} - & 10 & 16 & 14 & 10 & 8 \\ 4 & - & 36 & 31 & 25 & 18 \\ 8 & 17 & - & 33 & 12 & 17 \\ 6 & 37 & 34 & - & 28 & 16 \\ 6 & 16 & 39 & 15 & - & 27 \\ 12 & 30 & 32 & 37 & 30 & - \end{pmatrix}.$$

2.5

$$\begin{pmatrix} - & 43 & 38 & 36 & 10 & 37 \\ 31 & - & 34 & 31 & 6 & 36 \\ 22 & 13 & - & 22 & 6 & 25 \\ 39 & 18 & 26 & - & 10 & 25 \\ 18 & 16 & 10 & 10 & - & 16 \\ 34 & 31 & 12 & 25 & 6 & - \end{pmatrix}.$$

2.6

$$\begin{pmatrix} - & 22 & 27 & 4 & 7 & 23 \\ 18 & - & 22 & 4 & 20 & 18 \\ 41 & 43 & - & 12 & 42 & 21 \\ 10 & 10 & 4 & - & 6 & 12 \\ 44 & 37 & 19 & 12 & - & 24 \\ 33 & 43 & 28 & 10 & 19 & - \end{pmatrix}.$$

Индивидуальное задание № 14

Задание. В задачах 4.1–4.108 для пяти работников и пяти видов работ заданы матрицы

$C = \|c_{ij}\|$ затрат на выполнение каждым работником всех видов работ. Найти оптимальный план методом ветвей и границ.

$$4.1 \ C = \begin{pmatrix} 11 & 9 & 10 & 15 & 1 \\ 17 & 12 & 13 & 18 & 8 \\ 9 & 8 & 15 & 12 & 11 \\ 6 & 11 & 13 & 16 & 6 \\ 12 & 14 & 14 & 10 & 9 \end{pmatrix} . \quad 4.2 \ C = \begin{pmatrix} 10 & 3 & 3 & 5 & 4 \\ 5 & 6 & 3 & 4 & 6 \\ 10 & 7 & 6 & 6 & 10 \\ 8 & 9 & 1 & 11 & 6 \\ 11 & 12 & 8 & 8 & 2 \end{pmatrix} .$$

$$4.3 \ C = \begin{pmatrix} 7 & 5 & 12 & 1 & 11 \\ 6 & 6 & 13 & 6 & 10 \\ 10 & 2 & 13 & 7 & 12 \\ 6 & 7 & 11 & 3 & 5 \\ 6 & 4 & 4 & 5 & 7 \end{pmatrix} . \quad 4.4 \ C = \begin{pmatrix} 6 & 15 & 11 & 6 & 4 \\ 3 & 14 & 10 & 7 & 10 \\ 8 & 15 & 7 & 3 & 5 \\ 1 & 6 & 3 & 2 & 5 \\ 12 & 20 & 9 & 15 & 15 \end{pmatrix} .$$

$$4.5 \ C = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 12 & 14 & 9 \\ 4 & 4 & 9 & 12 & 10 \\ 7 & 1 & 15 & 10 & 12 \\ 3 & 4 & 10 & 17 & 7 \\ 4 & 6 & 12 & 10 & 10 \end{pmatrix} . \quad 4.6 \ C = \begin{pmatrix} 16 & 12 & 11 & 10 & 15 \\ 11 & 9 & 3 & 1 & 6 \\ 12 & 10 & 6 & 3 & 6 \\ 13 & 20 & 16 & 13 & 15 \\ 17 & 15 & 8 & 4 & 14 \end{pmatrix} .$$

$$4.7 \ C = \begin{pmatrix} 4 & 10 & 10 & 14 & 9 \\ 4 & 14 & 12 & 15 & 9 \\ 1 & 4 & 1 & 6 & 5 \\ 6 & 2 & 1 & 6 & 7 \\ 3 & 4 & 3 & 3 & 5 \end{pmatrix} . \quad 4.8 \ C = \begin{pmatrix} 7 & 11 & 4 & 12 & 8 \\ 10 & 14 & 9 & 12 & 7 \\ 7 & 11 & 10 & 17 & 5 \\ 4 & 2 & 5 & 10 & 1 \\ 5 & 11 & 9 & 17 & 8 \end{pmatrix} .$$

$$4.9 \ C = \begin{pmatrix} 9 & 13 & 2 & 11 & 12 \\ 12 & 18 & 12 & 14 & 15 \\ 1 & 14 & 7 & 15 & 7 \\ 9 & 11 & 6 & 13 & 12 \\ 3 & 11 & 4 & 7 & 3 \end{pmatrix} . \quad 4.10 \ C = \begin{pmatrix} 8 & 16 & 7 & 6 & 6 \\ 6 & 18 & 9 & 12 & 10 \\ 1 & 10 & 9 & 3 & 6 \\ 3 & 12 & 8 & 2 & 10 \\ 11 & 14 & 15 & 13 & 11 \end{pmatrix} .$$

$$4.4 \ C = \begin{pmatrix} 9 & 2 & 7 & 2 & 10 \\ 14 & 12 & 13 & 3 & 11 \\ 12 & 5 & 1 & 4 & 5 \\ 10 & 3 & 9 & 1 & 4 \\ 7 & 6 & 9 & 3 & 5 \end{pmatrix} . \quad 4.12 \ C = \begin{pmatrix} 16 & 9 & 15 & 5 & 9 \\ 14 & 16 & 11 & 11 & 13 \\ 10 & 17 & 10 & 6 & 12 \\ 9 & 13 & 10 & 3 & 1 \\ 10 & 10 & 9 & 1 & 7 \end{pmatrix} .$$

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Метод Жордана-Гаусса решения СЛУ.
2. Преобразование однократного замещения.
3. Симплексные преобразования.
4. Задачи математического программирования (линейные и нелинейные): основные определения. Задача линейного программирования. Основные свойства задачи линейного программирования.
5. Графический метод решения ЗЛП с двумя переменными.
6. Графический метод решения ЗЛП с n переменными.
7. Симплексный метод решения ЗЛП.
8. Метод искусственного базиса при решении ЗЛП.

9. Математические модели двойственных задач. Первая и вторая теоремы двойственности. Двойственный симплекс-метод.
10. Математическая модель транспортной задачи. Опорное решение транспортной задачи. Метод потенциалов.
11. Транспортная задача с ограничениями на пропускную способность. Транспортная задача по критерию времени.
12. Матричная игра как модель конфликтной ситуации. Матрица игры двух лиц с нулевой суммой. Верхняя и нижняя цена игры, седловая точка.
13. Чистые и смешанные стратегии игроков. Средний ожидаемый выигрыш. Оптимальные стратегии игроков и цена игры.
14. Графическое решение матричной игры.
15. Основные разделы дискретного программирования.
16. Структурные характеристики задач дискретного программирования .
17. Классификация моделей задач дискретного программирования .
18. Постановка и особенности задач дискретного программирования.
19. Общие сведения о методах решения задач дискретного программирования.
20. Постановка задачи о коммивояжере.
21. Метод ветвей и границ для задачи о коммивояжере.
22. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма ветвей и границ.
23. Симметричный случай. О практической реализации метода ветвей и границ для задачи о коммивояжере.
24. Постановка задачи календарного планирования трех станков. Метод ветвей и границ для задачи календарного планирования трех станков.
25. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода ветвей и границ для задачи календарного планирования трех станков.
26. Постановка задачи о назначениях. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок.
27. Метод ветвей и границ для задачи о назначениях. Общий шаг алгоритма. О практической реализации метода.
28. Постановка задачи об одномерном ранце. Алгоритм Данцига для линейной одномерной задачи о ранце.
29. Метод ветвей и границ для одномерной задачи о ранце. Приведение матрицы расстояний. Ветвление. Вычисление оценок. Общий шаг алгоритма.
30. О практической реализации метода ветвей и границ для одномерной задачи о ранце.
31. Постановка задачи. Методы приближенного решения задачи о многомерном ранце.
32. Алгоритмы улучшения начального решения. Комбинированные эвристические алгоритмы для задачи о ранце.
33. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Структура информации о дереве подзадач.
34. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Операции на дереве подзадач.
35. Алгоритмы с древовидной схемой поиска оптимального решения. Структура информации о подзадаче.
36. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Декомпозиция.
37. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Иерархические процедуры декомпозиции.
38. Постановка задачи дискретного программирования большой размерности. Последовательная декомпозиция.
39. Определение и структура генетических алгоритмов.

40. Генетическое программирование. Решение комбинаторных задач генетическими алгоритмами.
41. Роевые алгоритмы и их применение для решения задач дискретного программирования.
42. Постановка задачи проектирования оптимальной сети коммуникаций. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм построения покрывающего дерева минимального веса.
43. Постановка задачи проектирования оптимальной сети коммуникаций. Алгоритм построения покрывающего дерева. Алгоритм построения покрывающего дерева максимального веса.
44. Постановка задач. Алгоритм построения кратчайшего пути. Дерево кратчайших путей.
45. Постановка задач. Алгоритм построения пути наибольшей пропускной способности. Дерево путей наибольшей пропускной способности.
46. Постановка задачи. Алгоритм поиска всех кратчайших путей.
47. Постановка задач размещения на сетях. Задачи поиска центра.
48. Постановка задач размещения на сетях. Задачи поиска медиан.
49. Постановка задачи анализа сетевого графика. Временные параметры сетевого графика.
50. Постановка задачи анализа сетевого графика. Критические операции. Метод критического пути.
51. Постановка задач оптимизации сетевых графиков. Коэффициент напряженности операции. Оптимизация сетевого графика методом «время- стоимость».
52. Постановка задач оптимизации сетевых графиков. Оптимизация сетевого графика методом «время-стоимость».
53. Постановка задачи о максимальном потоке. Алгоритм поиска максимального потока в сети.
54. Постановка задачи о максимальном потоке. Сведение задачи о максимальном потоке в сети к задаче линейного программирования.

4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Промежуточная аттестация традиционно служат основным средством обеспечения в учебном процессе «обратной связи» между преподавателем и обучающимся, необходимой для стимулирования работы обучающихся и совершенствования методики преподавания учебных дисциплин.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций, обучающихся по дисциплине «Дискретное программирование» является зачет.

Зачет по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач и является формой контроля усвоения студентом учебной программы по дисциплине, выполнения практических работ.

Форма проведения зачета: письменно.

Результат сдачи зачета по прослушанному курсу должен оцениваться как итог деятельности студента в семестре, а именно – по посещаемости лекций, результатам работы на лекционных и лабораторных занятиях, прохождения тестовых заданий, решения расчетно-графических заданий и задач, выполнения контролируемой самостоятельной работы.

Преподавателю предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи зачета заносится преподавателем в ведомость и зачетную книжку.

Критерии оценивания результатов обучения

Оценка	Критерии оценивания по экзамену
--------	---------------------------------

Зачтено	оценку «зачтено» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы.
Не зачтено	оценку «не зачтено» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1 Учебная литература:

1. Дискретное программирование : учебное пособие / авторы: Г. В. Калайдина, С. М. Силюнская, А. В. Коваленко, В. Н. Кармазин ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Кубанский государственный университет. - Краснодар : Кубанский государственный университет, 2022. - 209 с. : ил. - Авт. указаны на обороте тит. л. - Библиогр.: с. 208. - ISBN 978-5-8209-2162-9 - Текст : непосредственный, 70 экз. Прямая ссылка: http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=Link_FindDoc&id=263540&idb=0

2. Юрueva. Математическое программирование- 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 432 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/212210> (дата обращения: 06.04.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-1585-4. - Текст : электронный. <https://e.lanbook.com/book/212210>

3. Колбин, В. В. Специальные методы оптимизации : учебное пособие / В. В. Колбин. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 384 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/211448> (дата обращения: 01.04.2022). - Режим доступа: для авториз. пользователей. - ISBN 978-5-8114-1536-6. - Текст : электронный. Ссылка на ресурс: <https://e.lanbook.com/book/211448>

1.Гладков, Л.А. Генетические алгоритмы [Электронный ресурс]: учеб. / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2010. — 368 с. — Режим доступа: <https://e4anbook.com/book/2163>.

2. Биоинспирированные методы в оптимизации [Электронный ресурс]: монография / Л.А. Гладков [и др.]. — Электрон. дан. — Москва : Физматлит, 2009. — 384 с. — Режим доступа: <https://e4anbook.com/book/59539>.

3. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2010. — 368 с. — Режим доступа: <https://e4anbook.com/book/536>.

Колбин, В.В. Специальные методы оптимизации [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: <https://e4anbook.com/book/41015>.

5.2. Периодические издания:

1. Базы данных компании «Ист Вью» <http://dlib.eastview.com>

2. Электронная библиотека GREBENNICKON.RU <https://grebennikon.ru/>

5.3 Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>

2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru

3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
9. Springer Journals <https://link.springer.com/>
10. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
11. Springer Nature Protocols and Methods
<https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
12. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
13. zbMath <https://zbmath.org/>
14. Nano Database <https://nano.nature.com/>
15. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
16. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
17. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
2. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
3. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
4. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
5. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
6. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
7. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
8. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>;
9. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273-84d1f.xn--p1ai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

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

Изучение курса «Дискретное программирование» осуществляется в тесном взаимодействии с другими дисциплинами, связанными с анализом данных, искусственным интеллектом и программированием. Форма и способы изучения материала определяются с учетом специфики изучаемой темы. Однако во всех случаях необходимо обеспечить сочетание

изучения теоретического материала, научного толкования того или иного понятия, даваемого в учебниках и лекциях, с самостоятельной работой студентов и выполнением практических заданий.

Лекционное занятие представляет собой систематическое, последовательное, монологическое изложение преподавателем-лектором учебного материала, как правило, теоретического характера. Такое занятие представляет собой элемент технологии представления учебного материала путем логически стройного, систематически последовательного и ясного изложения с использованием образовательных технологий.

Цель лекции – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины. Чтение курса лекций позволяет дать связанное, последовательное изложение материала в соответствии с новейшими данными науки, сообщить слушателям основное содержание предмета в целостном, систематизированном виде.

Задачи лекции заключаются в обеспечении формирования системы знаний по учебной дисциплине, в умении аргументировано излагать научный материал, в формировании профессионального кругозора и общей культуры, в отражении еще не получивших освещения в учебной литературе новых достижений науки, в оптимизации других форм организации учебного процесса.

Для подготовки к лекциям необходимо изучить основную литературу по заявленной теме и обратить внимание на те вопросы, которые предлагаются к рассмотрению в конце каждой темы. При изучении основной литературы, студент может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и компетенции при выполнении следующих условий:

- 1) систематическая работа на учебных занятиях под руководством преподавателя и самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;
- 2) добросовестное выполнение заданий преподавателя на практических занятиях;
- 3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе; взаимосвязей отдельных его разделов, используемых методов, характера их использования в практической деятельности;
- 4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;
- 5) разработка предложений преподавателю в части доработки и совершенствования учебного курса.

Лабораторные занятия – являются формой учебной аудиторной работы, в рамках которой формируются, закрепляются и представляются студентами знания, умения и навыки, интегрирующие результаты освоения компетенций как в лекционном формате, так в различных формах самостоятельной работы. К каждому занятию преподавателем формулируются практические задания, требования и методические рекомендации к их выполнению, которые представляются в фонде оценочных средств учебной дисциплины.

В ходе самоподготовки к лабораторным занятиям студент осуществляет сбор и обработку материалов по тематике лабораторной работы, используя при этом открытые источники информации (публикации в научных изданиях, аналитические материалы, ресурсы сети Интернет и т.п.), а также практический опыт и доступные материалы объекта исследования.

Контроль за выполнением самостоятельной работы проводится при изучении каждой темы дисциплины на практических занятиях.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Дискретное программирование» проводится с целью закрепления и систематизации теоретических знаний, формирования практических навыков по их применению при решении задач. Самостоятельная работа включает: изучение основной и литературы, проработку и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовку к практическим занятиям, а также к контролируемой самостоятельной работе

Самостоятельная работа студентов по данному учебному курсу предполагает поэтапную подготовку по каждому разделу в рамках соответствующих заданий:

Первый этап самостоятельной работы студентов включает в себя тщательное изучение теоретического материала на основе лекционных материалов преподавателя, рекомендуемых разделов основной литературы, материалов периодических научных изданий, необходимых для овладения понятийно-категориальным аппаратом и формирования представлений о комплексе теоретического и аналитического инструментария, используемого в рамках данной отрасли знания.

На втором этапе на основе сформированных знаний и представлений по данному разделу студенты выполняют лабораторные работы, нацеленные на формирование умений и навыков в рамках заявленных компетенций. На данном этапе студенты осуществляют самостоятельный поиск эмпирических материалов в рамках конкретного задания, обобщают и анализируют собранный материал по схеме, рекомендованной преподавателем, формулируют выводы.

Под *контролируемой самостоятельной работой (КСР)* понимают совокупность заданий, которые студент должен выполнить, проработать, изучить по заданию под руководством и контролем преподавателя. Т.е. КСР – это такой вид деятельности, наряду с лекциями, лабораторными и практическими занятиями, в ходе которых студент, руководствуясь специальными методическими указаниями преподавателя, а также методическими указаниями по выполнению типовых заданий, приобретает и совершенствует знания, умения и навыки, накапливает практический опыт.

Текущий контроль самостоятельной работы студентов осуществляется еженедельно в соответствии с программой занятий. Описание заданий для самостоятельной работы студентов и требований по их выполнению выдаются преподавателем в соответствии с разработанным фондом оценочных средств по дисциплине «Дискретное программирование».

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер	Операционная система MS Windows. Интегрированное офисное приложение MS Office. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Операционная система MS Windows. Интегрированное офисное приложение MS Office. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет
Учебные аудитории для проведения лабораторных работ. Лаборатория...	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Операционная система MS Windows. Интегрированное офисное приложение MS Office. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.

Учебные аудитории для курсового проектирования (выполнения курсовых работ)	Мебель: учебная мебель Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование:	Операционная система MS Windows. Интегрированное офисное приложение MS Office. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
--	--	---

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	Мебель: учебная мебель Комплект специализированной мебели: компьютерные столы Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)	Операционная система MS Windows. Интегрированное офисное приложение MS Office. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.