



1920

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Филиал федерального государственного бюджетного образовательного  
учреждения высшего образования  
«Кубанский государственный университет» в г. Славянске-на-Кубани  
Факультет математики, информатики, биологии и технологии  
Кафедра математики, информатики,  
естественнонаучных и общетехнических дисциплин

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по работе с филиалами

А.А. Евдокимов

«31» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.О.18.10 ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ

Направление подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)

Направленность (профиль) Математика, Информатика

Форма обучения очная

Квалификация бакалавр

Краснодар 2023



Рабочая программа дисциплины «Исследование операций» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) утв. приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 22 февраля 2018 г. № 125, зарегистрировано в Минюсте России 15.03.2018 № 50358.

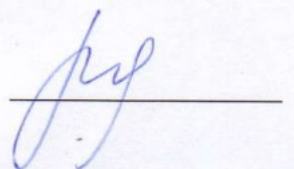
Программу составил:

Пушечкин Н.П.,  
доцент кафедры математики, информатики,  
естественнонаучных и общетехнических дисциплин,  
кандидат физико-математических наук, доцент



Рабочая программа дисциплины «Исследование операций» утверждена на заседании кафедры математики, информатики, естественнонаучных и общетехнических дисциплин протокол №13 от 16.05.2023 г.

Зав. кафедрой математики, информатики,  
естественнонаучных и общетехнических  
дисциплин Радченко С. А.,



Утверждена на заседании учебно-методического совета филиала,  
протокол №9 от 18.05.2023 г.

Председатель УМС филиала Поздняков С. А.



Рецензенты:



Катаева Н.В., директор МБОУ СОШ № 5 им. Героя Советского  
Союза В. Ф. Маргелова, г. Славянска-на-Кубани  
МО Славянский район

Чернышев А.Н., доцент каф. МИЕиОД,  
КубГУ филиал в г.Славянске-на-Кубани

# Содержание

1 Цели и задачи изучения дисциплины.....	4
1.1 Цель освоения дисциплины.....	4
1.2 Задачи дисциплины.....	4
1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	4
1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	5
2 Структура и содержание дисциплины.....	7
2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.....	7
2.2 Структура дисциплины.....	7
2.3 Содержание разделов дисциплины.....	7
2.3.1 Занятия лекционного типа.....	7
2.3.2 Занятия семинарского типа.....	8
2.3.3 Лабораторные занятия.....	10
2.3.4 Примерная тематика курсовых работ.....	12
2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.....	12
3 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины.....	14
3.1 Образовательные технологии при проведении лекций.....	14
3.2 Образовательные технологии при проведении практических занятий.....	15
3.3 Образовательные технологии при проведении лабораторных занятий.....	15
4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации....	16
4.1 Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации.....	16
4.2 Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций.....	17
4.3 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.....	17
4.4 Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации.....	30
5 Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий.....	31
5.1 Учебная литература.....	31
5.2 Периодические издания .....	32
5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	32
5.3.1. Электронно-библиотечные системы (ЭБС).....	32
5.3.2. Профессиональные базы данных.....	32
5.3.3. Информационные справочные системы.....	33
5.3.4. Ресурсы свободного доступа.....	33
5.3.5. Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:..	33
6 Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	34
6.1 Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся.....	34
6.2 Рейтинговая система оценки текущей успеваемости студентов .....	35
6.3 Организация процедуры промежуточной аттестации.....	35
7 Материально-техническое обеспечение по дисциплине.....	36

# 1 Цели и задачи изучения дисциплины

## 1.1 Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Исследование операций» является:

- формирование систематических знаний о современных методах исследования операций, их месте и роли в системе наук;
- расширение и углубление понятий математики, информатики;
- развитие абстрактного мышления, алгоритмической культуры и общей математической и информационной культуры.

## 1.2 Задачи дисциплины

Изучение дисциплины «Исследование операций» направлена на формирование у студентов следующих компетенций:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-7 Способен взаимодействовать с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ.

ПК-2 Способен применять знания математики и информатики при реализации образовательного процесса.

ПК-3 Способен организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие интереса к математике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности.

В соответствии с этим ставятся следующие задачи дисциплины:

– стимулирование формирования общекультурных компетенций бакалавра через развитие культуры мышления в аспекте применения на практике современных методов исследования операций;

– расширение систематизированных знаний в области математики и информатики для обеспечения возможности применять предметные знания при реализации образовательного процесса;

– обеспечение условий для активизации познавательной и исследовательской деятельности студентов и формирование у них опыта использования методов исследования операций в ходе решения практических задач профессиональной деятельности в сфере образования, опыта поиска, критического анализа и синтеза информации, применения системного подхода.

## 1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Исследование операций» относится к модулю Б1.О.18 Основы предметных знаний по профилю «Информатика» из обязательной части блока 1 «Дисциплины (модули)» учебного плана. Она изучается после дисциплин «Дискретная математика», «Математическая логика», «Программирование», «Численные методы». Для ее освоения студенты также используют знания, умения, навыки, сформированные в ходе изучения основных математических курсов: «Математический анализ» «Алгебра», «Геометрия».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего изучения учебных дисциплин: «Практикум по решению задач на ЭВМ», «Основы искусственного интеллекта», а также курсов по выбору студентов, содержание которых связано с готовностью студента углубить свои знания в области современной математики и информатики.

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

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у студентов следующих компетенций:

УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

ОПК-7 Способен взаимодействовать с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ.

ПК-2 Способен применять знания математики и информатики при реализации образовательного процесса.

ПК-3 Способен организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие интереса к математике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	
ИУК-1.1. Осуществляет поиск необходимой информации, опираясь на результаты анализа поставленной задачи	знает методы критического анализа и оценки современных научных достижений, основные принципы критического анализа
	умеет собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области
	владеет навыками исследования профессиональных проблем с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности
ИУК-1.2. Выбирает оптимальный вариант решения задачи, аргументируя свой выбор	демонстрирует достаточный уровень оценочных суждений при разборе проблемных профессиональных ситуаций
	умеет получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов, осуществлять поиск информации и решений на основе экспериментальных действий
	владеет навыками выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения
ОПК-7 Способен взаимодействовать с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ.	
ИОПК-7.1. Понимает основные аспекты взаимодействия участников образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ	знает закономерности формирования и развития детско-взрослых сообществ, их социально-психологические особенности и закономерности развития детских и подростковых сообществ
	умеет обоснованно выбирать и реализовывать формы, методы и средства взаимодействия с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ
	техниками и приемами взаимодействия с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ
ИОПК-7.2. Применяет методы взаимодействия участников образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ	знает психолого-педагогические закономерности, принципы, особенности, этические и правовые нормы взаимодействия с участниками образовательных отношений в рамках реализации образовательных программ
	умеет предупреждать и продуктивно разрешать межличностные конфликты
	владеет приемами предупреждения и продуктивного разрешения межличностных конфликтов



Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
<b>ПК-2 Способен применять знания математики и информатики при реализации образовательного процесса</b>	
ИПК 2.1 Владеет содержанием математики и информатики в соответствии с дидактическими целями и возрастными особенностями учащихся	знает перечень и содержательные характеристики учебной документации по вопросам организации и реализации образовательного процесса (примерные программы, основные учебники по предмету); теорию и технологии учета возрастных особенностей студентов
	умеет критически анализировать учебные материалы математики и информатики с точки зрения их научности, психолого-педагогической и методической целесообразности использования с учетом возрастных особенностей обучающихся
	владеет навыками конструирования содержания математики и информатики и адаптации его в соответствии с возрастными особенностями целевой аудитории
ИПК 2.2 Выбирает вариативное содержание раздела математики и информатики с учетом взаимосвязи урочной и внеурочной форм обучения	знает приоритетные направления развития образовательной системы РФ, требования примерных образовательных программ по учебному предмету математики и информатики
	умеет конструировать содержание обучения в области математики и информатики в соответствии с уровнем развития научного знания и формой обучения
	владеет навыками разработки рабочих программ по математике и информатике на основе примерных основных общеобразовательных программ и обеспечения ее реализации в соответствии с выбранной формой обучения
<b>ПК-3 Способен организовывать деятельность обучающихся, направленную на развитие интереса к математике и информатике в рамках урочной и внеурочной деятельности</b>	
ИПК 3.1 Организует учебную деятельность на уроке, с целью развития интереса у учащихся к предмету математики и информатики	знает основные подходы, принципы, виды и приемы современных педагогических технологий, направленные на развития интереса у учащихся к предмету математики и информатики
	умеет использовать достижения отечественной и зарубежной методической мысли, современных методических направлений и концепций с целью развития интереса у учащихся к предмету математики и информатики
	владеет навыками организации учебной деятельности на уроке, развивающей интерес у учащихся к предмету математики и информатики
ИПК 3.2 Организует различные виды внеурочной деятельности, направленные на развитие и поддержание познавательного интереса учащихся к математике и информатике	знает условия выбора и приемы использования современных образовательных технологий для повышения мотивации школьников к учебной и учебно-исследовательской работе во внеурочной деятельности по математике и информатике
	умеет организовывать самостоятельную деятельность учащихся, в том числе исследовательскую, направленную на развитие и поддержание познавательного интереса к математике и информатике
	имеет навыки использования разнообразных форм, приемов, методов и средств обучения, в том числе по индивидуальным учебным планам, для поддержание познавательного интереса во внеурочной деятельности

## 2 Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

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

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры
			9
<b>Контактная работа, в том числе:</b>		<b>44,2</b>	<b>44,2</b>
<b>Аудиторные занятия (всего) :</b>		40	40
Занятия лекционного типа		14	14
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		16	16
Лабораторные занятия		10	10
<b>Иная контактная работа:</b>		4,2	4,2
Контроль самостоятельной работы (КСР)		4	4
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		<b>63,8</b>	<b>63,8</b>
В том числе:			
Курсовая работа (подготовка и написание)		-	-
Проработка учебного (теоретического) материала		24	24
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций) и домашних заданий		22	22
Подготовка к текущему контролю		17,8	17,8
<b>Контроль :</b>		-	-
Подготовка к зачету		-	-
Общая трудоемкость	час.	108	108
	В том числе контактная работа	44,2	44,2
	зачетных ед.	3	3

### 2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Методы линейного программирования	54	9	10	7	28
2	Особые задачи исследования операций	32	5	6	3	18
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	86	14	16	10	46
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4				4
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2				0,2
	Подготовка к текущему контролю	17,8				17,8
	Общая трудоемкость по дисциплине	108	14	16	10	68

Примечание: ЛК – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, КСР – контроль самостоятельной работы, СР – самостоятельная работа студента, ИКР – иная контактная работа.

### 2.3 Содержание разделов дисциплины

#### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	<b>Методы линейного программирования</b>	Лекция №1. Введение в курс. Понятие и свойства операций. Основные понятия и принципы теории исследования операций. Проблематика теории оптимизации, условная и безусловная оптимизация. Задачи исследования операций (линейное, целочисленное, нелинейное программирование, теория игр, игры с природой, системы массового обслуживания). Математические модели операций. Примеры. Постановка задачи линейного	Т

		<p>программирования (ЗЛП). Стандартный вид ЗЛП, приведение к стандартному виду.</p> <p>Лекция №2. Допустимая область ЗЛП. Правило вершин. Линии уровня и линии градиента. Графический метод решения ЗЛП с двумя переменными. Пример решения задачи графическим методом. Базисное решение ЗЛП. Получение начального допустимого базисного решения (методы искусственного базиса, искусственных переменных, большого коэффициента М).</p> <p>Лекция №3. Ограниченные и неограниченные решения. Симплекс-метод. Оценки переменных. Правило минимального отношения. Табличный вариант симплекс-метода. Структура таблицы и метод заполнения. Пример решения задачи табличным методом.</p> <p>Лекция №4. Понятие двойственной задачи. Основная теорема двойственности. Нахождение задачи, двойственной заданной. Двойственность и симплекс-метод. Транспортная задача ЛП. Баланс транспортной задачи. Опорное решение и методы его получения (методы северо-западного угла, наименьшей стоимости и Фогеля). Решение транспортной задачи методом циклических перестановок. Табличный вариант решения. Циклы в таблице и их оценка.</p> <p>Лекция №5. Проблема оптимального решения. Метод потенциалов Канторовича. Пример построения оптимального плана.</p>	
2	<b>Особые задачи исследования операций</b>	<p>Лекция №5. Задача целочисленного программирования. Понятие о методах решения задачи целочисленного программирования (метод Гомори и метод ветвей и границ). Задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Метод штрафных функций. Задача динамического программирования.</p> <p>Лекция №6. Метод Беллмана. Примеры. Понятие о теории систем массового обслуживания (СМО). Характеристики СМО. Уравнения Колмогорова-Эрланга, финитное решение. Граф системы. Схема гибели и размножения. Формулы Литтла. Предмет и задачи теории игр. Классификация игр. Антагонистические матричные игры. Игра с нулевой суммой. Матрица и стратегии игры. Решение задачи теории игр. Чистая стратегия и чистое решение. Верхняя и нижняя цена игры.</p> <p>Лекция №7. Седловая точка игры. Теорема о седловой точке. Оптимизация матрицы игры. Смешанная стратегия игрока. Рандомизация решения. Решение задачи игры в смешанных стратегиях. Теорема минимакса. Примеры решения игры. Игры с природой. Пример игры с природой. Матрица риска. Критерии поиска решения игры с природой (критерии Гурвица, Сэвиджа, Вальда). Эффективность стратегий по Лапласу и Байесу.</p>	Т

Примечание: УП – устный (письменный) опрос, Т – тестирование, КР – контрольная работа, Э – эссе, К – коллоквиум; ПР – практическая работа.

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	<b>Методы линейного программирования</b>	<p><b>Практическое занятие №1.</b> (1 час)</p> <p><b>Тема</b> Приведение задачи линейного программирования к стандартному виду</p> <p><b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проработать теоретическое введение по данной теме.</li> <li>2. Исследование модели задачи ЛП, выделение целевой функции, переменных и ограничений.</li> <li>3. Приведение ограничений к стандартному виду. Избыточные и искусственные переменные.</li> <li>4. Получение начального допустимого базиса. Метод искусственной целевой функции и метод большого М.</li> </ol>	ППР, ДЗ



		<p><b>Практические занятия №1-2. (2 часа)</b>  <b>Тема</b> Графический метод решение задачи ЛП.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b>  1. Проработать теоретическое введение по данной теме.  2. Приведение задачи к виду удобному для графического метода решения.  3. Допустимая область задачи ЛП и ее графическое изображение.  4. Построение линии уровня и определение оптимальной вершины допустимой области графически.  5. Примеры решения задачи ЛП графическим методом.</p> <p><b>Практическое занятие №2. (1 час)</b>  <b>Тема</b> Решение задачи ЛП табличным симплекс-методом.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b>  1. Проработать теоретическое введение по данной теме.  2. Контрольное задание : самостоятельное решение задачи ЛП графическим методом.  3. Начальное допустимое базисное решение. Примеры получения методом искусственных переменных.  4. Начальное допустимое базисное решение. Примеры получения методом большого М.</p> <p><b>Практическое занятие №3. (2 часа)</b>  <b>Тема</b> Решение задачи ЛП табличным симплекс-методом.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b>  1. Проработать теоретическое введение по данной теме.  2. Табличный метод решения задачи ЛП. Построение и анализ начальной таблицы.  3. Вычисление оценок не базисных переменных.  4. Выбор переменной, выводимой из базиса. Вычисление отношений для базисных переменных.  5. Полное заполнение первой таблицы симплекс-метода.  6. Построение и анализ следующей таблицы симплекс-метода.</p> <p><b>Практическое занятие №4. (2 часа)</b>  <b>Тема</b> Решение задачи ЛП табличным симплекс-методом. Транспортная задача.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b>  1. Решение задач ЛП табличным симплекс-методом.  2. Контрольное задание : самостоятельное решение задачи ЛП табличным симплекс-методом.  3. Проработать теоретическое введение по теме «Транспортная задача».</p> <p><b>Практическое занятие №5. (2 часа)</b>  <b>Тема</b> Решение транспортной задачи ЛП табличным методом.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b>  1. Проработать теоретическое введение по данной теме.  2. Табличный метод решения транспортной задачи ЛП. Построение и анализ начальной таблицы.  3. Построение опорного плана различными методами.  4. Оценка стоимости плана. Оценка плана методом потенциалов Канторовича.  5. Метод циклических перестановок. Получение оптимального план.  6. Решение транспортных задач табличным методом.  7. Контрольное задание: самостоятельное решение транспортной задачи ЛП табличным методом.</p>	
2	<b>Особые задачи исследования операций</b>	<p><b>Практическое занятие №6. (1 час)</b>  <b>Тема</b> Решение задачи динамического программирования методом Беллмана.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b>  1. Проработать теоретическое введение по данной теме.  2. Построение и анализ исходной таблицы задачи динамического программирования.  3. Построение решения методом Беллмана.  4. Решение задач динамического программирования методом Беллмана.</p>	ППР, ДЗ

	<p><b>Практическое занятие №6 (1 час)</b>  <b>Тема</b> Элементы теории игр.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проработать теоретическое введение по данной теме.</li> <li>2. Контрольное задание: самостоятельное решение задачи динамического программирования методом Беллмана..</li> <li>3. Построение и анализ матрицы игры.</li> <li>4. Определение верхней и нижней цены игры. Анализ существования чистой стратегии игры.</li> <li>5. Решение задач на определение существования чистой стратегии игры.</li> </ol> <p><b>Практическое занятие №7. (2 часа)</b>  <b>Тема</b> Элементы теории игр.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проработать теоретическое введение по данной теме.</li> <li>2. Оптимизация матрицы игры. Анализ и вычеркивание доминируемых стратегий.</li> <li>3. Решение задач на оптимизацию матрицы игры.</li> <li>4. Смешанные стратегии игроков. Построение и анализ уравнений для вероятностей смешанных стратегий игры.</li> </ol> <p><b>Практическое занятие №8. (2 часа)</b>  <b>Тема</b> Элементы теории игр.  <b>ПЛАН ПРАКТИЧЕСКОГО ЗАНЯТИЯ</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Проработать теоретическое введение по данной теме.</li> <li>2. Контрольное задание: самостоятельное решение задачи теории игр на смешанную стратегию.</li> <li>3. Игры с природой. Построение и анализ матрицы игры.</li> <li>4. Построение и анализ матрицы рисков.</li> </ol>	
--	---	--

Примечание: ППР – письменная проверочная работа, Т – тестирование, ДЗ – домашнее задание.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	<b>Методы линейного программирования</b>	<p><b>Лабораторная работа №1. (2 часа)</b>  <b>Тема</b> Решение задачи ЛП графическим методом.  <b>Задание:</b> На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью электронной таблицы (ЭТ). На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на 5 этапов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. В ЭТ реализуется графический метод построения допустимой области задачи ЛП.</li> <li>2. В ЭТ реализуется построение линии уровня и определение направления градиента целевой функции.</li> <li>3. Определяется оптимальная вершина допустимой области.</li> <li>4. В ЭТ реализуется определение координат выбранной вершины допустимой области и значение целевой функции в ней. Вычисляются координаты оптимальной вершины допустимой области и оптимальное значение целевой функции.</li> <li>5. Выполнение самостоятельного задания на решение задачи ЛП с использованием индивидуального варианта.</li> </ol> <p><b>Лабораторная работа №2. (3 часа)</b>  <b>Тема</b> Решение задачи ЛП табличным симплекс-методом.  <b>Задание:</b> На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью электронной таблицы (ЭТ). На самостоятельную работу планируется</p>	Защита работ

		<p>выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на 6 этапов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подбираются начальные данные для построения первой таблицы метода (строится допустимое базисное решение).</li> <li>2. В ЭТ производится построение и расчет всех данных первой таблицы метода.</li> <li>3. Проводится анализ таблицы и определяется смежный базис для перехода к новой таблице.</li> <li>4. В ЭТ производится построение и расчет всех данных первой таблицы метода.. Для этого копируются как исходные данные результаты из первой таблицы, производится переход (пересчет) к новому смежному базису и повторный расчет оценок, отношений для заполнения второй таблицы метода.</li> <li>5. Пункты №3-4 повторяется для 3 или 4 таблицы (при необходимости). Определяется окончательное решение задачи ЛП, которое должно совпадать с решением лабораторной работы №1.</li> <li>6. Выполнение самостоятельного задания на решение задачи ЛП с использованием индивидуального варианта.</li> </ol> <p style="text-align: center;"><b>Лабораторная работа №3. (2 часа)</b></p> <p><b>Тема</b> Решение транспортной задачи ЛП.</p> <p><b>Задание:</b> На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью специально разработанной компьютерной модели табличного решения транспортной задачи. На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на 5 этапов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подбираются начальные данные для построения опорного плана (первой таблицы) метода методом северо-западного угла.</li> <li>2. В среде компьютерной модели вводятся данные опорного плана, матрицы стоимостей перевозок и требований поставщиков и потребителей. Производится оценка стоимости первого плана.</li> <li>3. Проводится анализ плана и подбор возможного набора потенциалов Канторовича. Выбираются клетки таблицы, которые необходимо разгрузить и загрузить.</li> <li>4. С помощью модели производится циклические перестановки в плане перевозок, оценивается новая стоимость плана, проверяется баланс плана. При необходимости изменяются потенциалы. Вычисления прекращаются при удовлетворении плана условиям теоремы Канторовича.</li> <li>5. Выполнение самостоятельного задания на решение транспортной задачи с использованием индивидуального варианта.</li> </ol>	
2	<p><b>Особые задачи исследования операций</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Лабораторная работа №4. (1 час)</b></p> <p><b>Тема</b> Решение задачи нелинейного программирования</p> <p><b>Задание:</b> На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью электронной таблицы (ЭТ). На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на этапы:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Используя ЭТ построить решение задачи поиска безусловного экстремума нелинейной задачи в области унимодальности методом половинного деления.</li> <li>2. Построить график целевой функции в области унимодальности.</li> <li>3. Вычислить координату экстремума нелинейной целевой функции с заданной погрешностью.</li> <li>4. Выполнение самостоятельных заданий на расчет</li> </ol>	<p>Защита работ</p>

	<p>безусловных экстремумов нелинейной целевой функции в некоторой области (с выделением областей унимодальности).</p> <p><b>Лабораторная работа №5. (2 часа)</b></p> <p><b>Тема</b> Решение задачи теории игр.</p> <p><b>Задание:</b> На лабораторных занятиях выполняется примерный вариант задания с помощью специально разработанной компьютерной модели оптимизации матрицы игры и расчета смешанной стратегии игры 2x2. На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях. Выполнение работы разбивается на 5 этапов:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Подбираются начальные данные для матрицы игры.</li> <li>2. В среде компьютерной модели вводятся данные матрицы игры.</li> <li>3. Проводится пошаговая оптимизация матрицы игры путем вычеркивания доминируемых стратегий. Результат оптимизации фиксируется.</li> <li>4. С помощью модели производится расчет вероятностей смешанной стратегии при получении игры 2x2. Результат вычислений фиксируется.</li> <li>5. Выполнение самостоятельного задания на решение задачи теории игр с использованием индивидуального варианта.</li> </ol>	
--	--	--

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

## 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Подготовка к практическим (семинарским) занятиям	<p>1. Ржевский, С.В. Математическое программирование : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3853-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/123692">https://e.lanbook.com/book/123692</a></p> <p>2. Ловяников, Д.Г. Исследование операций / Д.Г. Ловяников, И.Ю. Глазкова ; Министерство образования РФ, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь : СКФУ, 2017. – 110 с. : ил. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467012">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467012</a> – Текст : электронный. .</p> <p>3. Балдин, К.В. Математические методы и модели в экономике / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рокосуев ; ред. К.В. Балдин. – 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2017. – 328 с. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331</a> – Текст : электронный.</p> <p>4. Шапкин, А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике , математическому программированию / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 8-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2017. – 432 с. : табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450779">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450779</a> – Текст : электронный.</p> <p>5. Литвин, Д.Б. Элементы теории игр и нелинейного программирования / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев ; ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : СГАУ, 2017. – 81 с. : ил. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=484991">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=484991</a> – Текст : электронный.</p> <p>6. Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели / А.И. Новиков. – Москва : Дашков и К°, 2017. – 532 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=454090">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=454090</a> – Текст : электронный.</p>
2	Подготовка к выполнению домашних заданий	<p>1. Ржевский, С.В. Математическое программирование : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3853-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/123692">https://e.lanbook.com/book/123692</a></p>



		<p>2. Ловяников, Д.Г. Исследование операций / Д.Г. Ловяников, И.Ю. Глазкова ; Министерство образования РФ, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь : СКФУ, 2017. – 110 с. : ил. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467012">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467012</a> – Текст : электронный. .</p> <p>3. Балдин, К.В. Математические методы и модели в экономике / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рокосуев ; ред. К.В. Балдин. – 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2017. – 328 с. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331</a> – Текст : электронный.</p> <p>4. Шапкин, А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике , математическому программированию / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 8-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2017. – 432 с. : табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450779">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450779</a> – Текст : электронный.</p> <p>5. Литвин, Д.Б. Элементы теории игр и нелинейного программирования / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев ; ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : СГАУ, 2017. – 81 с. : ил. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=484991">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=484991</a> – Текст : электронный.</p> <p>6. Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели / А.И. Новиков. – Москва : Дашков и К°, 2017. – 532 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=454090">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=454090</a> – Текст : электронный.</p>
3	Подготовка к выполнению и защите лабораторных работ	<p>1. Ржевский, С.В. Математическое программирование : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3853-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/123692">https://e.lanbook.com/book/123692</a></p> <p>2. Ловяников, Д.Г. Исследование операций / Д.Г. Ловяников, И.Ю. Глазкова ; Министерство образования РФ, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь : СКФУ, 2017. – 110 с. : ил. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467012">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467012</a> – Текст : электронный. .</p> <p>3. Балдин, К.В. Математические методы и модели в экономике / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рокосуев ; ред. К.В. Балдин. – 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2017. – 328 с. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331</a> – Текст : электронный.</p> <p>4. Шапкин, А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике , математическому программированию / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 8-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2017. – 432 с. : табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450779">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450779</a> – Текст : электронный.</p> <p>5. Литвин, Д.Б. Элементы теории игр и нелинейного программирования / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев ; ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : СГАУ, 2017. – 81 с. : ил. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=484991">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=484991</a> – Текст : электронный.</p> <p>6. Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели / А.И. Новиков. – Москва : Дашков и К°, 2017. – 532 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=454090">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=454090</a> – Текст : электронный.</p>
4	Подготовка к тестированию (текущей аттестации)	<p>1. Ржевский, С.В. Математическое программирование : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3853-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/123692">https://e.lanbook.com/book/123692</a></p> <p>2. Ловяников, Д.Г. Исследование операций / Д.Г. Ловяников, И.Ю. Глазкова ; Министерство образования РФ, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». – Ставрополь : СКФУ, 2017. – 110 с. : ил. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467012">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=467012</a> – Текст : электронный. .</p> <p>3. Балдин, К.В. Математические методы и модели в экономике / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рокосуев ; ред. К.В. Балдин. – 2-е изд., стер. – Москва : Флинта, 2017. – 328 с. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=103331</a> – Текст : электронный.</p> <p>4. Шапкин, А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории</p>

		<p>вероятностей, математической статистике, математическому программированию / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. – 8-е изд. – Москва : Дашков и К°, 2017. – 432 с. : табл., граф. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450779">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=450779</a> – Текст : электронный.</p> <p>5. Литвин, Д.Б. Элементы теории игр и нелинейного программирования / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев ; ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : СГАУ, 2017. – 81 с. : ил. – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=484991">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=484991</a> – Текст : электронный.</p> <p>6. Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели / А.И. Новиков. – Москва : Дашков и К°, 2017. – 532 с. : ил. – (Учебные издания для бакалавров). – Режим доступа: – URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=454090">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=454090</a> – Текст : электронный.</p>
--	--	---

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,

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,

Данный перечень может быть дополнен и конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3 Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки, для реализации компетентностного подхода программа предусматривает широкое использование в учебном процессе следующих форм учебной работы:

- активные формы (лекция, вводная лекция, обзорная лекция, заключительная лекция, презентация);
- интерактивные формы (практическое занятие, семинар, компьютерная симуляция, коллоквиум);
- внеаудиторные формы (консультация, практикум, самостоятельная работа, подготовка реферата, написание курсовой работы);
- формы контроля знаний (групповой опрос, контрольная работа, практическая работа, тестирование, коллоквиум, зачёт, экзамен).

#### **3.1 Образовательные технологии при проведении лекций**

Лекция – одна из основных форм организации учебного процесса, представляющая собой устное, монологическое, систематическое, последовательное изложение преподавателем учебного материала. Она предшествует всем другим формам организации учебного процесса, позволяет оперативно актуализировать учебный материал дисциплины. Для повышения эффективности лекций целесообразно воспользоваться следующими рекомендациями:

- четко и ясно структурировать занятие;
- рационально дозировать материал в каждом из разделов;
- использовать простой, доступный язык, образную речь с примерами и сравнениями;
- отказаться, насколько это возможно, от иностранных слов;
- использовать наглядные пособия, схемы, таблицы, модели, графики и т. п.;
- применять риторические и уточняющие понимание материала вопросы;
- обращаться к техническим средствам обучения.

№	Тема	Виды применяемых образовательных технологий	Кол. час
1	<b>Методы линейного программирования</b>	Аудиовизуальная технология. Репродуктивная технология. Лекции с проблемным изложением. Эвристическая беседа. Использование средств мультимедиа.	7+2*
2	<b>Особые задачи исследования операций</b>	Аудиовизуальная технология. Репродуктивная технология. Лекции с проблемным изложением. Эвристическая беседа. Использование средств мультимедиа.	3+2*
Итого по курсу			14
в том числе интерактивное обучение*			4*

Аудиовизуальная технология – основная информационная технология обучения, осуществляемая с использованием носителей информации, предназначенных для восприятия человеком по двум каналам одновременно зрительному и слуховому при помощи соответствующих технических устройств, а также закономерностей, принципов и особенностей представления и восприятия аудиовизуальной информации.

### 3.2 Образовательные технологии при проведении практических занятий

Практическое (семинарское) занятие – основная интерактивная форма организации учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помочь обучающимся освоиться в «пространстве» дисциплины; самостоятельно оперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале. Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции.

№	Тема	Виды применяемых образовательных технологий	Кол. час
1	<b>Методы линейного программирования</b>	Аудиовизуальная технология. Репродуктивная технология. Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	5+5*
2	<b>Особые задачи исследования операций</b>	Аудиовизуальная технология. Репродуктивная технология. Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	3+3*
Итого по курсу			16
в том числе интерактивное обучение*			8*

### 3.3 Образовательные технологии при проведении лабораторных занятий

Лабораторные занятия – основная интерактивная форма организации учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная закрепить усвоение умений и владений формируемой компетенции, самостоятельно оперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале. Для лабораторных занятий по данному предмету в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает индивидуальное использование компьютерной техники, разработку проектов, работу в малых группах.

№	Тема	Виды применяемых образовательных технологий	Кол. час
1	<b>Методы линейного программирования</b>	Проектная деятельность. Репродуктивная технология. Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	4+3*

2	<b>Особые задачи исследования операций</b>	Проектная деятельность. Репродуктивная технология. Использование средств мультимедиа. Работа в малых группах.	2+1*
Итого по курсу			10
в том числе интерактивное обучение*			4*

#### 4 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Исследование операций». Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в формах вопросов устного опроса (У), тестовых заданий (Т), заданий для практической работы (П) и **промежуточной аттестации** в форме вопросов к зачету (З). 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

##### 4.1 Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	<b>Методы линейного программирования</b>	УК-1, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Задачи для домашних работ Задания контрольной работы Задания лабораторных работ Тестовые задания	Зачет
2	<b>Особые задачи исследования операций</b>	УК-1, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Задачи для домашних работ Задания контрольной работы Задания лабораторных работ Тестовые задания	Зачет



## 4.2 Показатели, критерии и шкала оценки сформированных компетенций

Продвинутый уровень – полная сформированность и устойчивость всех компетенций, охваченных компетентностной моделью.

Базовый уровень – прочная сформированность и устойчивость компетенций, охваченных компетентностной моделью.

Пороговый уровень – достаточная (фрагментарная) сформированность компетенций, охваченных компетентностной моделью.

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	оценка		
	зачтено	зачтено	зачтено
УК-1, ОПК-7, ПК-2, ПК-3	Знает - сформированы необходимые знания по каждой компетенции.	Знает - сформированы прочные и глубокие знания по каждой компетенции.	Знает - сформированы полные, глубокие и систематические знания по каждой компетенции.
	Умеет - достигнут приемлемый уровень умений применять полученные знания на практике.	Умеет - достигнут достаточный уровень умений применять полученные знания на практике.	Умеет - достигнут высокий уровень умений при-менять полученные знания на практике
	Владеет - продемонстрировано владение навыками применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности	Владеет - продемонстрировано владение навыками применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.	Владеет - продемонстрировано владение широким спектром навыков применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности

## 4.3 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

### Примерные вопросы для устного опроса

1. Перечислите основные задачи исследования операций.
2. Дайте определение для задачи линейного программирования.
3. Какие особенности у задачи ЛП с двумя переменными?
4. Дайте определение для канонического вида задачи ЛП.
5. Как построить канонический вида задачи ЛП?
6. Что такое опорной решение задачи ЛП и какие они бывают?
7. Как осуществить переход от одного опорного решения к другому?
8. Что такое свободные переменные и сколько их?
9. Что такое оценки свободных переменных?
10. Что такое допустимая область и как ее найти?
11. Когда не ограничена целевая функция в допустимой области?
12. Как определить, что получено оптимальное значение целевой функции?
13. Поясните алгоритм симплекс-метода решения задачи ЛП.
14. Перечислите методы получения исходного опорного допустимого решения.
15. Поясните методы искусственного базиса и большого М.
16. Дайте определение двойственной задачи.
17. Дайте определение транспортной задачи.
18. Как построить опорный план ТЗ?
19. Как определить оптимальность плана ТЗ?
20. Дайте определение и виды игр.
21. Что такое игра с седловой точкой?
22. Что такое игра без седловой точки?
23. Что такое смешанная стратегия игрока?
24. Как определить оптимальные смешанные стратегии?

25. Как можно упростить матрицу игры?
26. Что такое задача целочисленного программирования?
27. Назовите алгоритмы решения задачи целочисленного программирования.
28. Перечислите методы безусловной оптимизации для многомерных и одномерных задач.
29. Дайте определение задачи нелинейного программирования.
30. Дайте определение задачи динамического программирования.
31. Дайте определение задачи СМО.
32. Дайте определение задачи игры с природой.

## Примерные тестовые задания для текущей аттестации

### *Тестовые задания раздел №1*

Какой из методов ищет начальное допустимое базисное решение?

- 1) метод большого М
- 2) метод штрафных функций
- 3) графический метод
- 4) метод северо-западного угла
- 5) метод минимального отношения

Какой из методов относится к транспортной задаче?

- 1) метод большого М
- 2) метод штрафных функций
- 3) графический метод
- 4) метод северо-западного угла
- 5) метод минимального отношения

Какой из методов не имеет отношения к линейной задаче?

- 1) метод большого М
- 2) метод штрафных функций
- 3) графический метод
- 4) метод северо-западного угла
- 5) метод минимального отношения

Какой из методов использует линию градиента?

- 1) метод большого М
- 2) метод штрафных функций
- 3) графический метод
- 4) метод северо-западного угла
- 5) метод минимального отношения

Какой из методов использует оценки небазисных переменных?

- 1) метод большого М
- 2) метод штрафных функций
- 3) графический метод
- 4) метод северо-западного угла
- 5) метод минимального отношения

Какая из переменных всегда равна нулю?

- 1) Избыточная переменная
- 2) Искусственная переменная
- 3) Базисная переменная
- 4) Не базисная переменная
- 5) Глобальная переменная

Какая из переменных не относится к задаче ЛП?

- 1) Избыточная переменная
- 2) Искусственная переменная
- 3) Базисная переменная
- 4) Не базисная переменная
- 5) Глобальная переменная

Какая из переменных используется для превращения неравенства в равенство?

- 1) Избыточная переменная
- 2) Искусственная переменная
- 3) Базисная переменная
- 4) Не базисная переменная
- 5) Глобальная переменная

Какая из переменных умножается на М в методе большого М?

- 1) Избыточная переменная
- 2) Искусственная переменная
- 3) Базисная переменная

4) Не базисная переменная

5) Глобальная переменная

Какая из переменных должны быть исключена из всех ограничений кроме одного?

1) Избыточная переменная

2) Искусственная переменная

3) Базисная переменная

4) Не базисная переменная

5) Глобальная переменная

Какой из методов получения начального базиса может получить недопустимый базис?

1) метод большого M

2) метод искусственной целевой функции

3) метод искусственного базиса

4) метод исключения

5) симплекс-метод

Какой из методов получения начального базиса изначально ищет решение с погрешностью?

1) метод большого M

2) метод искусственной целевой функции

3) метод искусственного базиса

4) метод исключения

5) симплекс-метод

Какой из методов получения начального базиса требует поиска минимума всегда?

1) метод большого M

2) метод искусственной целевой функции

3) метод искусственного базиса

4) метод исключения

5) симплекс-метод

Какой из методов получения начального базиса считается наименее оптимальным для скорости вычисления?

1) метод большого M

2) метод искусственной целевой функции

3) метод искусственного базиса

4) метод исключения

5) симплекс-метод

Какой из методов не относится к методам получения начального базиса?

1) метод большого M

2) метод искусственной целевой функции

3) метод искусственного базиса

4) метод исключения

5) симплекс-метод

Какая из прямых определяет в графическом методе задачи ЛП направление убывания целевой функции?

1) прямая уровня

2) прямая градиента

3) прямая ограничения

4) прямая оси координат

5) прямая касательной

Какая из прямых определяет в графическом методе задачи ЛП направление равенства целевой функции?

1) прямая уровня

2) прямая градиента

3) прямая ограничения

4) прямая оси координат

5) прямая касательной

Какая из прямых всегда определяет в графическом методе задачи ЛП границу допустимой области?

1) прямая уровня

2) прямая градиента

3) прямая ограничения

4) прямая оси координат

5) прямая касательной

Какая из прямых определяет в графическом методе задачи ЛП границу при условии  $X \geq 0$ ?

1) прямая уровня

2) прямая градиента

3) прямая ограничения

4) прямая оси координат

5) прямая касательной

Какая из прямых не относится к графическому методу задачи ЛП?

1) прямая уровня

2) прямая градиента

3) прямая ограничения

4) прямая оси координат

5) прямая касательной

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Оценка базисной переменной всегда равна нулю
- 2) Не базисная переменная всегда равна нулю
- 3) Для поиска минимума нужны отрицательные оценки
- 4) Удаляемая переменная из базиса определяется правилом минимального отношения
- 5) Удаляемая переменная из базиса определяется величиной ее оценки

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Оценка не базисной переменной всегда равна нулю
- 2) Не базисная переменная всегда равна нулю
- 3) Для поиска минимума нужны отрицательные оценки
- 4) Удаляемая переменная из базиса определяется правилом минимального отношения
- 5) Добавляемая переменная в базис определяется величиной ее оценки

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Оценка базисной переменной всегда равна нулю
- 2) Базисная переменная всегда равна нулю
- 3) Для поиска минимума нужны отрицательные оценки
- 4) Удаляемая переменная из базиса определяется правилом минимального отношения
- 5) Добавляемая переменная в базис определяется величиной ее оценки

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Оценка базисной переменной всегда равна нулю
- 2) Не базисная переменная всегда равна нулю
- 3) Для поиска максимума нужны отрицательные оценки
- 4) Удаляемая переменная из базиса определяется правилом минимального отношения
- 5) Добавляемая переменная в базис определяется величиной ее оценки

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Оценка базисной переменной всегда равна нулю
- 2) Не базисная переменная всегда равна нулю
- 3) Для поиска минимума нужны отрицательные оценки
- 4) Добавляемая переменная в базис определяется правилом минимального отношения
- 5) Добавляемая переменная в базис определяется величиной ее оценки

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для задачи с 2-мя переменными
- 2) Базисное решение всегда недопустимое
- 3) Базисное решение получается при обнулении не базисных переменных
- 4) Максимум достигается когда нет положительных оценок
- 5) Правило минимального отношения выбирает минимальное положительное отношение

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для задачи с 3-мя переменными
- 2) Базисное решение может быть недопустимым
- 3) Базисное решение получается при обнулении не базисных переменных
- 4) Максимум достигается когда нет положительных оценок
- 5) Правило минимального отношения выбирает минимальное положительное отношение

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для задачи с 2-мя переменными
- 2) Базисное решение может быть недопустимым
- 3) Базисное решение получается при обнулении не базисных переменных
- 4) Максимум достигается когда нет отрицательных оценок
- 5) Правило минимального отношения выбирает минимальное положительное отношение

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для задачи с 2-мя переменными
- 2) Базисное решение может быть недопустимым
- 3) Базисное решение получается при обнулении базисных переменных
- 4) Максимум достигается когда нет положительных оценок
- 5) Правило минимального отношения выбирает минимальное положительное отношение

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для задачи с 2-мя переменными
- 2) Базисное решение может быть недопустимым
- 3) Базисное решение получается при обнулении не базисных переменных
- 4) Максимум достигается когда нет положительных оценок
- 5) Правило минимального отношения выбирает минимальное отрицательное отношение

Какая из переменных имеет оценку всегда равную нулю?

- 1) Избыточная переменная
- 2) Искусственная переменная
- 3) Базисная переменная
- 4) Не базисная переменная
- 5) Глобальная переменная



Какая из переменных в симплекс-методе добавляется в базис для перехода к смежному базису?

- 1) Избыточная переменная
- 2) Искусственная переменная
- 3) Базисная переменная
- 4) Не базисная переменная
- 5) Глобальная переменная

Ограничения задачи используют в графическом методе для получения...

- 1) смежного базиса
- 2) допустимого базиса
- 3) начального базиса
- 4) допустимой области
- 5) опорного плана

В симплекс-методе правило минимального отношения используют для получения...

- 1) смежного базиса
- 2) допустимого базиса
- 3) начального базиса
- 4) допустимой области
- 5) опорного плана

В задаче ЛП искусственные переменные вводят для получения...

- 1) смежного базиса
- 2) допустимого базиса
- 3) начального базиса
- 4) допустимой области
- 5) опорного плана

## Тестовые задания раздел №2

У игрока А есть стратегия 10 12 7 8 5 . Это стратегия доминирует над стратегией ...

- 1) 8 12 8 7 5
- 2) 10 11 7 8 6
- 3) 12 12 7 8 8
- 4) 10 12 6 8 5
- 5) 9 11 6 7 7

У игрока А есть стратегия 10 11 6 8 7 . Это стратегия доминирует над стратегией ...

- 1) 8 12 8 7 5
- 2) 10 11 7 8 6
- 3) 12 12 7 8 8
- 4) 10 12 6 8 5
- 5) 9 11 6 7 7

У игрока А есть стратегия 10 11 6 8 7 . Над ней доминирует стратегия ...

- 1) 8 12 8 7 5
- 2) 10 11 7 8 6
- 3) 12 12 7 8 8
- 4) 10 12 6 8 5
- 5) 9 11 6 7 7

У игрока А есть стратегия 10 11 7 8 6 . Это стратегия доминирует над стратегией ...

- 1) 8 12 8 7 5
- 2) 10 11 7 8 6
- 3) 12 12 7 8 8
- 4) 10 12 6 8 5
- 5) 9 11 6 7 7

У игрока А есть стратегия 10 12 8 7 6 . Это стратегия доминирует над стратегией ...

- 1) 8 12 8 7 5
- 2) 10 11 7 8 6
- 3) 12 12 7 8 8
- 4) 10 12 6 8 5
- 5) 9 11 6 7 7

Какой из терминов относится к игре с природой?

- 1) рандомизация
- 2) матрица риска
- 3) седловая точка
- 4) метод ветвей и границ
- 5) потенциал

Какой из терминов относится к игре со смешанными стратегиями?

- 1) рандомизация
- 2) матрица риска
- 3) седловая точка
- 4) метод ветвей и границ

5) потенциал

Какой из терминов относится к игре с чистой стратегией?

- 1) рандомизация
- 2) матрица риска
- 3) седловая точка
- 4) метод ветвей и границ
- 5) потенциал

Какой из терминов относится к транспортной задаче?

- 1) рандомизация
- 2) матрица риска
- 3) седловая точка
- 4) метод ветвей и границ
- 5) потенциал

Какой из терминов не относится ни к играм ни к транспортной задаче?

- 1) рандомизация
- 2) матрица риска
- 3) седловая точка
- 4) метод ветвей и границ
- 5) потенциал

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для решения игры  $3 \times 3$  в смешанных стратегиях
- 2) Седловая точка есть при равенстве нижней и верхней цены игры
- 3) Для игрока А доминирует стратегия всегда большая или равная доминируемой
- 4) Для игрока В доминирует стратегия всегда меньшая или равная доминируемой
- 5) При оптимизации матрицы игры вычеркиваются доминируемые стратегии

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для решения игры  $2 \times N$  в смешанных стратегиях
- 2) Седловой точки нет при равенстве нижней и верхней цены игры
- 3) Для игрока А доминирует стратегия всегда большая или равная доминируемой
- 4) Для игрока В доминирует стратегия всегда меньшая или равная доминируемой
- 5) При оптимизации матрицы игры вычеркиваются доминируемые стратегии

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для решения игры  $2 \times N$  в смешанных стратегиях
- 2) Седловая точка есть при равенстве нижней и верхней цены игры
- 3) Для игрока В доминирует стратегия всегда большая или равная доминируемой
- 4) Для игрока В доминирует стратегия всегда меньшая или равная доминируемой
- 5) При оптимизации матрицы игры вычеркиваются доминируемые стратегии

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для решения игры  $2 \times N$  в смешанных стратегиях
- 2) Седловая точка есть при равенстве нижней и верхней цены игры
- 3) Для игрока А доминирует стратегия всегда большая или равная доминируемой
- 4) Для игрока А доминирует стратегия всегда меньшая или равная доминируемой
- 5) При оптимизации матрицы игры вычеркиваются доминируемые стратегии

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Графический метод используется для решения игры  $2 \times N$  в смешанных стратегиях
- 2) Седловая точка есть при равенстве нижней и верхней цены игры
- 3) Для игрока А доминирует стратегия всегда большая или равная доминируемой
- 4) Для игрока В доминирует стратегия всегда меньшая или равная доминируемой
- 5) При оптимизации матрицы игры вычеркиваются доминирующие стратегии

В какой из теорем используются потенциалы?

- 1) Теорема минимакса
- 2) Теорема о седловой точке
- 3) Теорема Фогеля
- 4) Теорема Эрланга
- 5) Теорема Канторовича

В какой из теорем используются штрафы?

- 1) Теорема минимакса
- 2) Теорема о седловой точке
- 3) Теорема Фогеля
- 4) Теорема Эрланга
- 5) Теорема Канторовича

Какая из теорем не относится к играм и транспортной задаче?

- 1) Теорема минимакса
- 2) Теорема о седловой точке
- 3) Теорема Фогеля
- 4) Теорема Эрланга
- 5) Теорема Канторовича

В какой из теорем используется чистая стратегия игры?

- 1) Теорема минимакса
- 2) Теорема о седловой точке
- 3) Теорема Фогеля
- 4) Теорема Эрланга
- 5) Теорема Канторовича

В какой из теорем используются смешанные стратегии игры?

- 1) Теорема минимакса
- 2) Теорема о седловой точке
- 3) Теорема Фогеля
- 4) Теорема Эрланга
- 5) Теорема Канторовича

Какая из формул относится к теории игр?

- 1) формула Литтла
- 2) формула Сэвиджа
- 3) формула Гомори
- 4) формула Лагранжа
- 5) формула гибели-размножения

Какая из формул относится к задаче целочисленного программирования?

- 1) формула Литтла
- 2) формула Сэвиджа
- 3) формула Гомори
- 4) формула Лагранжа
- 5) формула гибели-размножения

Какая из формул относится к задаче нелинейного программирования?

- 1) формула Литтла
- 2) формула Сэвиджа
- 3) формула Гомори
- 4) формула Лагранжа
- 5) формула гибели-размножения

Какая из формул определяет среднее время ожидания в СМО?

- 1) формула Литтла
- 2) формула Сэвиджа
- 3) формула Гомори
- 4) формула Лагранжа
- 5) формула гибели-размножения

Какая из формул связывает финитные вероятности в СМО?

- 1) формула Литтла
- 2) формула Сэвиджа
- 3) формула Гомори
- 4) формула Лагранжа
- 5) формула гибели-размножения

К какому разделу исследования операций относится метод штрафных функций?

- 1) Линейное программирование
- 2) Нелинейное программирование
- 3) Динамическое программирование
- 4) Целочисленное программирование
- 5) Операционное программирование

К какому разделу исследования операций относится метод ветвей и границ?

- 1) Линейное программирование
- 2) Нелинейное программирование
- 3) Динамическое программирование
- 4) Целочисленное программирование
- 5) Операционное программирование

К какому разделу исследования операций относится симплекс-метод?

- 1) Линейное программирование
- 2) Нелинейное программирование
- 3) Динамическое программирование
- 4) Целочисленное программирование
- 5) Операционное программирование

К какому разделу исследования операций относится метод Беллмана?

- 1) Линейное программирование
- 2) Нелинейное программирование
- 3) Динамическое программирование
- 4) Целочисленное программирование
- 5) Операционное программирование

Какой из видов программирования не относится к исследованию операций?

- 1) Линейное программирование
- 2) Нелинейное программирование
- 3) Динамическое программирование
- 4) Целочисленное программирование
- 5) Операциональное программирование

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Уравнения Эрланга получаются при обнулении производных
- 2) В схеме гибели-размножения есть переходы только между соседними состояниями
- 3) В методе штрафных функций для поиска минимума целевая функция  $F'=F+M*Gi*Gi$
- 4) В методе Лагранжа для поиска максимума целевая функция  $F'=F+ai*Gi$
- 5) В методе Гомори определяют правильное отсечение

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Уравнения для финитных вероятностей получаются при обнулении производных
- 2) В схеме гибели-размножения есть переходы только между соседними состояниями
- 3) В методе штрафных функций для поиска минимума целевая функция  $F'=F+M*Gi*Gi$
- 4) В методе Лагранжа для поиска максимума целевая функция  $F'=F+ai*Gi$
- 5) В методе ветвей и границ определяют правильное отсечение

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Уравнения для финитных вероятностей получаются при обнулении производных
- 2) В схеме гибели-размножения есть переходы только между соседними состояниями
- 3) В методе штрафных функций для поиска минимума целевая функция  $F'=F+M*Gi*Gi$
- 4) В методе Лагранжа для поиска минимума целевая функция  $F'=F+ai*Gi$
- 5) В методе Гомори определяют правильное отсечение

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Уравнения для финитных вероятностей получаются при обнулении производных
- 2) В схеме гибели-размножения есть переходы только между соседними состояниями
- 3) В методе штрафных функций для поиска максимума целевая функция  $F'=F+M*Gi*Gi$
- 4) В методе Лагранжа для поиска максимума целевая функция  $F'=F+ai*Gi$
- 5) В методе Гомори определяют правильное отсечение

Укажите неверное утверждение ...

- 1) Уравнения для финитных вероятностей получаются при обнулении производных
- 2) В схеме гибели-размножения есть переходы только между крайними состояниями
- 3) В методе штрафных функций для поиска минимума целевая функция  $F'=F+M*Gi*Gi$
- 4) В методе Лагранжа для поиска максимума целевая функция  $F'=F+ai*Gi$
- 5) В методе Гомори определяют правильное отсечение

Какая пара методов относится к стандартным задачам ЛПП?

- 1) методы Гомори и ветвей и границ
- 2) методы Беллмана и Гомори
- 3) методы Лагранжа и штрафных функций
- 4) Симплекс-метод и графический метод
- 5) методы Фогеля и потенциалов

Какая пара методов относится к транспортной задаче ЛПП?

- 1) методы Гомори и ветвей и границ
- 2) методы Беллмана и Гомори
- 3) методы Лагранжа и штрафных функций
- 4) Симплекс-метод и графический метод
- 5) методы Фогеля и потенциалов

Какая пара методов относится к целочисленной задаче ЛПП?

- 1) методы Гомори и ветвей и границ
- 2) методы Беллмана и Гомори
- 3) методы Лагранжа и штрафных функций
- 4) Симплекс-метод и графический метод
- 5) методы Фогеля и потенциалов

Какая пара методов относится к задаче нелинейного программирования?

- 1) методы Гомори и ветвей и границ
- 2) методы Беллмана и Гомори
- 3) методы Лагранжа и штрафных функций
- 4) Симплекс-метод и графический метод
- 5) методы Фогеля и потенциалов

Какая пара методов относится к разным задачам исследования операций?

- 1) методы Гомори и ветвей и границ
- 2) методы Беллмана и Гомори
- 3) методы Лагранжа и штрафных функций
- 4) Симплекс-метод и графический метод
- 5) методы Фогеля и потенциалов

Какой из методов решает многоэтапную задачу?

- 1) метод Гомори

- 2) методы Беллмана
- 3) метод Лагранжа
- 4) метод штрафных функций
- 5) метод ветвей и границ

Какой из методов отсекает нецелочисленный оптимум оставляя задачу единой?

- 1) метод Гомори
- 2) методы Беллмана
- 3) метод Лагранжа
- 4) метод штрафных функций
- 5) метод ветвей и границ

Какой из методов отсекает нецелочисленный оптимум деля задачу на две?

- 1) метод Гомори
- 2) методы Беллмана
- 3) метод Лагранжа
- 4) метод штрафных функций
- 5) метод ветвей и границ

Какой из методов нелинейного программирования требует дифференцирования ограничений?

- 1) метод Гомори
- 2) методы Беллмана
- 3) метод Лагранжа
- 4) метод штрафных функций
- 5) метод ветвей и границ

Какой из методов нелинейного программирования требует возведения в квадрат ограничений?

- 1) метод Гомори
- 2) методы Беллмана
- 3) метод Лагранжа
- 4) метод штрафных функций
- 5) метод ветвей и границ

## Примерные задания для практической работы студентов

### Примерные задания для первого раздела

Решить задачу ЛП графическим и табличным методом:

<p style="text-align: center;">Вариант №1</p> $F(x,y) = 5*x + 2*y \rightarrow \min$ $5*x + y \geq 5$ $4*x - y \leq 1, \quad x \geq 0, y \geq 0$	<p style="text-align: center;">Вариант №6</p> $F(x,y) = 6*x - 3*y \rightarrow \max$ $4*x - y \leq 2$ $5*x + 4*y \geq 12, \quad x \geq 0, y \geq 0$
<p style="text-align: center;">Вариант №2</p> $F(x,y) = 4*x + 3*y \rightarrow \min$ $x - y \geq 4$ $2*x - 4*y \leq 4, \quad x \geq 0, y \geq 0$	<p style="text-align: center;">Вариант №7</p> $F(x,y) = 3*x - y/2 \Rightarrow \max$ $3*x + y \leq 10$ $x + y \geq 9, \quad x \geq 0, y \geq 0$
<p style="text-align: center;">Вариант №3</p> $F(x,y) = 5*x + y \rightarrow \min$ $8*x - 20*y \geq 10$ $-x + 8*y \geq 2, \quad x \geq 0, y \geq 0$	<p style="text-align: center;">Вариант №8</p> $F(x,y) = 2.5*x + 2y \rightarrow \min$ $5*x - y \geq 5$ $2*x - 3*y \leq 1, \quad x \geq 0, y \geq 0$
<p style="text-align: center;">Вариант №4</p> $F(x,y) = 2*x - y \rightarrow \max$	<p style="text-align: center;">Вариант №9</p> $F(x,y) = 4*x + y \rightarrow \min$

$4x + y \leq 100$ $x + y \geq 70, x \geq 0, y \geq 0$	$x - 5 \geq y, x + y \leq 11$ $2x - 4y \leq 5, x \geq 0, y \geq 0$
<p>Вариант №5</p> $F(x,y) = 2x - 3y \rightarrow \max$ $4x + y \leq 10$ $x + y \geq 3, x \geq 0, y \geq 0$	<p>Вариант №10</p> $F(x,y) = 5x + 3y \rightarrow \min$ $10x - 2y \geq 5, y + 3x \leq 2$ $-x + 5y \geq 1, x \geq 0, y \geq 0$

Рассмотреть условие транспортной задачи, построить опорный план и найти оптимальный план методом потенциалов.

Требования потребителей A=номер варианта\*10

B1	B2	B3	B4
20+A	120	40+A	120

Возможности поставщиков

A1	A2	A3	A4
60+A	100	100	40+A

Матрицы стоимостей

Вариант №1

5	2	2	6
5	4	3	5
5	6	3	3
4	3	1	-6

Вариант №2

3	5	7	8
1	9	4	5
4	4	2	3
1	8	4	5

Вариант №3

4	2	3	9
3	4	7	7
4	3	8	3
3	4	7	2

Вариант №4

5	8	4	9
9	7	7	8
5	3	5	8

2	4	9	8
---	---	---	---

Вариант №5

5	4	4	9
9	7	7	7
5	3	5	8
2	9	9	8

Вариант №6

5	2	4	3
9	2	7	4
5	3	5	1
4	6	4	1

Вариант №7

5	4	5	3
4	5	4	8
3	7	3	3
1	1	2	1

Вариант №8

2	1	3	3
4	5	4	2
5	7	5	4
4	2	2	6

Вариант №9

5	5	5	3
8	4	4	8
7	2	4	7
8	4	3	7

Вариант №10

3	4	4	5
4	8	7	4
5	4	4	5
6	5	5	6

### Примерные задания для второго раздела

Решить задачу динамического программирования для распределения инвестиций между предприятиями при условии, что эффективность определяется:

№1	П1	П2	П3
50	20	30	40
100	80	100	110
150	140	150	160
200	180	190	180
250	210	220	230

№2	П1	П2	П3
50	65	70	60
100	125	105	100
150	145	145	150
200	200	190	180
250	220	215	215

Решить задачу теории игр. Оптимизировать матрицу игры и удаляя доминируемые стратегии игроков, найти чистую или смешанные стратегии игроков.

Вариант №1

5	-2	2	-6
5	-4	3	-5
-5	6	-3	-3
4	-3	1	-6

Вариант №2

3	5	7	8
1	9	4	5
4	4	2	3
1	8	4	5

Вариант №3

4	2	3	9
3	4	7	7
4	3	8	3
3	4	7	2

Вариант №4

5	8	4	9
6	7	5	8
5	3	5	8
2	4	9	8



Вариант №5

5	4	4	9
2	7	7	7
5	3	4	8
2	9	9	8

Вариант №6

5	6	4	5
3	3	7	4
4	6	3	4
2	1	7	4

Вариант №7

5	4	5	4
3	3	3	4
4	7	3	8
2	2	4	4

Вариант №8

2	1	3	3
4	5	4	2
5	7	5	4
4	2	2	6

Вариант №9

5	5	5	3
8	4	4	8
7	2	4	7
8	4	3	7

Вариант №10

3	4	4	5
4	8	7	4
5	4	4	5
6	5	5	6

**Примерные задания для лабораторных работ**

На самостоятельную работу планируется выполнение индивидуального варианта по образцу задания проделанного на занятиях.

Решить задачу ЛПП графическим методом:

Вариант №1  $F(x,y) = 5*x + 2*y \rightarrow \min$

$5*x + y \geq 5, 3*x + 5*y \geq 8, 4*x - y \leq 1, x \geq 0, y \geq 0$

Решить задачу ЛП симплекс-методом:

$$\text{Вариант №2 } F(x,y) = 4*x + 3*y \rightarrow \min$$

$$x - y \geq 4, \quad 2*x - 1*y \leq 14 \quad 2*x - 4*y \leq 4, \quad x \geq 0, \quad y \geq 0$$

Рассмотреть условие транспортной задачи, построить опорный план и найти оптимальный план методом потенциалов.

Требования потребителей  $A = \text{номер варианта} * 10$

B1	B2	B3	B4
20+A	120	40+A	120

Возможности поставщиков

A1	A2	A3	A4
60+A	100	100	40+A

Матрицы стоимостей (если номер варианта  $K$  больше 10, то матрица формируется как сумма матрицы варианта №10 и варианта №  $K-10$ ).

Вариант №3

5	2	2	6
5	4	3	5
5	6	3	3
4	3	1	6

С помощью ЭТ выделить области унимодальности и найти экстремумы методом половинного деления

№ варианта	Функция	Диапазон
1	$\sin(\cos(2x))$	[ 0, 6]
2	$\cos(2\sin(x))$	[ 0, 6]
3	$\cos(2\cos(x))$	[ 0, 6]

С помощью компьютерной модели проанализировать матрицу игры и удаляя доминируемые стратегии игроков, свести ее к определенному варианту модели:

Вариант №5

5	-2	2	-6
5	-4	3	-5
-5	6	-3	-3
4	-3	1	-6

#### 4.4 Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации

##### *Примерные вопросы устного опроса на зачете*

1. Основные понятия и принципы исследования операций.
2. Понятие задачи линейного программирования.
3. Задача линейного программирования с двумя переменными.
4. Канонический вид задачи линейного программирования.

5. Опорные решения задачи линейного программирования. Переход от одного опорного решения к другому.
6. Выражение целевой функции через свободные переменные. Оценки свободных переменных.
7. Признак неограниченности целевой функции в допустимой области.
8. Признак оптимальности целевой функции в допустимой области.
9. Симплекс-метод решения задачи линейного программирования. Алгоритм.
10. Получение исходного опорного допустимого решения задачи линейного программирования. Метод искусственного базиса.
11. Понятие двойственных задач.
12. Математическая модель транспортной задачи.
13. Циклы в матрице перевозок транспортной задачи.
14. Предмет и задачи теории игр. Классификация игр.
15. Антагонистические матричные игры с седловой точкой.
16. Теорема минимакса.
17. Оптимальные смешанные стратегии.
18. Методы упрощения конечных матричных игр.
19. Задачи целочисленного программирования. Метод Гомори.
20. Задачи целочисленного программирования. Метод ветвей и границ.
21. Методы безусловной оптимизации. Методы решения многомерных и одномерных задач.
22. Задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа.
23. Основы динамического программирования. Метод Беллмана. Многошаговые процессы принятия решений. Задача распределения ресурсов.
24. Система массового обслуживания (СМО). Схема гибели-размножения. Формулы Литтла.
25. Система массового обслуживания (СМО). Графовая модель СМО. Уравнения Колмогорова-Эрланга. Фinitные вероятности.
26. Игры с природой. Матрица риска. Критерии игр.

## 5 Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1 Учебная литература

1. Ржевский, С.В. Математическое программирование : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 608 с. — ISBN 978-5-8114-3853-2. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123692>
2. Ловянников, Д.Г. Исследование операций / Д.Г. Ловянников, И.Ю. Глазкова ; Министерство образования РФ, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет». — Ставрополь : СКФУ, 2017. — 110 с. : ил. — Режим доступа: — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467012> — Текст : электронный. .
3. Балдин, К.В. Математические методы и модели в экономике / К.В. Балдин, В.Н. Башлыков, А.В. Рокосуев ; ред. К.В. Балдин. — 2-е изд., стер. — Москва : Флинта, 2017. — 328 с. — Режим доступа: — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=103331> — Текст : электронный.
4. Шапкин, А.С. Задачи с решениями по высшей математике, теории вероятностей, математической статистике , математическому программированию / А.С. Шапкин, В.А. Шапкин. — 8-е изд. — Москва : Дашков и К°, 2017. — 432 с. : табл., граф. — (Учебные издания для бакалавров). — Режим доступа: — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450779> — Текст : электронный.
5. Литвин, Д.Б. Элементы теории игр и нелинейного программирования / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев ; ФГБОУ ВПО Ставропольский государственный аграрный университет. — Ставрополь : СГАУ, 2017. — 81 с. : ил. — Режим доступа: — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484991> — Текст : электронный.
6. Новиков, А.И. Экономико-математические методы и модели / А.И. Новиков. — Москва : Дашков и К°, 2017. — 532 с. : ил. — (Учебные издания для бакалавров). — Режим доступа: — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=454090> — Текст : электронный.
7. Исследование операций : [16+] / авт.-сост. И.Ю. Глазкова, Д.Г. Ловянников ; Министерство образования и науки РФ, ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный

университет». – Ставрополь : СКФУ, 2017. – 108 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483073> – Текст : электронный.

8. Литвин, Д.Б. Линейное программирование. Транспортная задача : учебное пособие / Д.Б. Литвин, С.В. Мелешко, И.И. Мамаев ; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Ставропольский государственный аграрный университет. - Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет, 2017. - 84 с. : ил. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=484993>.

## 5.2 Периодические издания

1. Базы данных компании «Ист Вью». - <http://dlib.eastview.com>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU. - <https://grebennikon.ru/>
3. Методические вопросы преподавания инфокоммуникаций в высшей школе. - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=55718>
4. Вестник Волгоградского государственного университета. Серия 1. Математика. Физика. (Математическая физика и компьютерное моделирование) – URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=journal\\_red&jid=279797](http://biblioclub.ru/index.php?page=journal_red&jid=279797)
5. Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Физика. Математика. – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=9761>
6. Математика в высшем образовании. - URL: [https://e.lanbook.com/journal/2368#journal\\_name](https://e.lanbook.com/journal/2368#journal_name)
7. Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий. - URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1438371>.
8. Математика и ее приложения. Журнал Ивановского математического общества. – URL: [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=32863](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=32863)
9. Математические заметки СВФУ. Научно-исследовательский институт математики Северо-Восточного федерального университета им. М.К. Аммосова (Якутск). – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1443590>
10. Математические методы и модели: теория, приложения и роль в образовании. Ульяновский государственный технический университет (Ульяновск). – URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=54645>
11. Математические труды. Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН (Новосибирск). – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1389771>
12. Математический вестник педвузов и университетов Волго-Вятского региона (Киров). – URL: <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=28395>
13. Информатика, вычислительная техника и инженерное образование. URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1567393>
14. Математическое образование. Фонд математического образования и просвещения (Москва). – URL: <http://elibrary.ru/contents.asp?issueid=1408321>

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

### 5.3.1. Электронно-библиотечные системы (ЭБС)

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» [www.znanium.com](http://www.znanium.com)
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

### 5.3.2. Профессиональные базы данных

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect [www.sciencedirect.com/](http://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](https://rusneb.ru/) (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. [Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина](https://www.prilib.ru/) <https://www.prilib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks <https://link.springer.com/>
17. Лекториум ТВ <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

### 5.3.3. Информационные справочные системы

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

### 5.3.4. Ресурсы свободного доступа

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>
3. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>
5. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>
6. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» <http://window.edu.ru/>
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>)
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина «Образование на русском» <https://pushkininstitute.ru/>
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>
14. [Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы](http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosyiotvety) <http://xn--273--84d1f.xn--p1ai/voprosyiotvety>

### 5.3.5. 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. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала «ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ» <http://icdau.kubsu.ru/>

## **6 Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

### **6.1 Общие рекомендации по самостоятельной работе обучающихся**

При изучении дисциплины «Исследование операций» студенты часть материала должны проработать самостоятельно. Роль самостоятельной работы велика.

Планирование самостоятельной работы студентов по дисциплине «Исследование операций» необходимо проводить в соответствии с уровнем подготовки студентов к изучаемой дисциплине.

#### **Методические указания к лекционным занятиям**

Самостоятельная работа студентов распадается на два самостоятельных направления: на изучение и освоение теоретического лекционного материала, и на освоение методики решения практических задач.

При всех формах самостоятельной работы студент может получить разъяснения по непонятным вопросам у преподавателя на индивидуальных консультациях в соответствии с графиком консультаций. Студент может также обратиться к рекомендуемым преподавателем учебникам и учебным пособиям, в которых теоретические вопросы изложены более широко и подробно, чем на лекциях и с достаточным обоснованием.

Консультация – активная форма учебной деятельности в педвузе. Консультацию предваряет самостоятельное изучение студентом литературы по определенной теме. Качество консультации зависит от степени подготовки студентов и остроты поставленных перед преподавателем вопросов.

Для дополнительной проработки лекционного материала студенты могут использовать основную и дополнительную литературу, рекомендуемые источники интернета, компьютерные учебники и дополнительные электронные материалы. Для работы с электронными материалами имеется возможность использования электронных библиотек, компьютеров в читальных залах библиотеки, локальной компьютерной сети ВУЗа.

#### **Методические указания к практическим и лабораторным занятиям**

Основной частью самостоятельной работы студента является его систематическая подготовка к практическим/лабораторным занятиям. Студенты должны быть нацелены на важность качественной подготовки к таким занятиям. При подготовке к практическим занятиям студенты должны освоить вначале теоретический материал по новой теме занятия, с тем чтобы использовать эти знания при решении задач. Затем просмотреть объяснения решения примеров, задач, сделанные преподавателем на предыдущем практическом занятии, разобраться с примерами, приведенными лектором по этой же теме. Решить заданные примеры. Если некоторые задания вызвали затруднения при решении, попросить объяснить преподавателя на очередном практическом занятии или консультации.

Для работы на практических занятиях, самостоятельной работы во внеаудиторное время, а также для подготовки к экзамену рекомендуется использовать методические рекомендации к практическим занятиям. При подготовке к тестированию необходимо повторить материал, рассмотренный на практических занятиях, прорешать соответствующие задачи или примеры, убедиться в знании необходимых формул, определений и т. д.

При подготовке к проверочным контрольным работам студентам приходится изучать указанные преподавателем темы, используя конспекты лекций, рекомендуемую литературу, учебные пособия. Ответы на возникающие вопросы в ходе подготовки к контрольной работе можно получить на очередной консультации.

Лабораторные работы выполняются в специализированных классах, оснащенных современными компьютерами и программным обеспечением. Компьютерный класс находится в локальной компьютерной сети с выходом в корпоративную сеть ВУЗа и глобальную сеть Internet. При выполнении и защите лабораторной работы студенты как правило используют метод проектов, который требует дополнительной подготовки студента к его защите, часто используется работа в малых группах.

#### **Методические указания к самостоятельной работе**

Ряд вопросов курса отведены для самостоятельной проработки студентами. При этом у лектора появляется возможность расширить круг изучаемых проблем, дать на самостоятельную проработку новые интересные вопросы. Студент должен разобраться в рекомендуемой литературе и письменно изложить кратко и доступно для себя основное

содержание материала. Преподаватель проверяет качество усвоения самостоятельно проработанных вопросов на практических занятиях, контрольных работах, тестировании и во время экзамена. Затем корректирует изложение материала и нагрузку на студентов.

Для получения практического опыта решения задач по дисциплине «Исследование операций» на практических занятиях и для работы во внеаудиторное время предлагается самостоятельная работа в форме заданий домашних практических работ. Контроль над выполнением и оценка домашних работ осуществляется в форме собеседования.

Таким образом, использование всех рекомендуемых видов самостоятельной работы дает возможность значительно активизировать работу студентов над материалом курса и повысить уровень их усвоения.

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.

## 6.2 Рейтинговая система оценки текущей успеваемости студентов

Распределение рейтинговых баллов по видам оцениваемых работ представлено в следующей таблице.

№	Наименование раздела	Виды оцениваемых работ	Максимальное кол-во баллов
1	<b>Методы линейного программирования</b>	Домашняя практическая работа	8
		Письменная проверочная работа	16
		Активная работа на занятиях	2
		Защита лабораторных работ	10
2	<b>Особые задачи исследования операций</b>	Домашняя практическая работа	4
		Письменная проверочная работа	12
		Активная работа на занятиях	2
		Защита лабораторных работ	6
3	Текущая аттестация по всем разделам	Компьютерное тестирование	40
<b>ВСЕГО</b>			<b>100</b>

## 6.3 Организация процедуры промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация осуществляется в форме зачета и организуется в соответствии с утвержденным рабочим учебным планом, рабочей программой дисциплины и расписанием. Студенты очной формы обучения обязаны сдать зачет до начала экзаменационной сессии. Зачет проводится во время последних аудиторных занятий или в дополнительно назначенное время. Не сдача до начала сессии зачета не является основанием для не допуска к экзаменам. Не сдача зачета является академической задолженностью. Повторная сдача (пересдача) зачета возможна только после окончания экзаменационной сессии в соответствии с утвержденным деканом расписанием пересдач. Форм проведения зачета – устная, письменная и др. – устанавливаются преподавателем и доводятся до сведения студентов в начале семестра.

Освоение материала контролируется в процессе проведения рейтинг - контроля. Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля выбираются из содержания разделов дисциплины. В соответствии с рейтинговой системой текущий контроль производится регулярно в течение семестра путем балльной оценки качества усвоения теоретического материала (тестирование) и результатов практической деятельности

(выполнение домашних и самостоятельных работ). Промежуточная аттестация (зачет) производится в конце семестра также путем балльной оценки. Итоговый рейтинг определяется суммированием баллов текущей оценки в течение семестра и баллов промежуточной аттестации в конце семестра по результатам зачета. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам (60 – текущая оценка в семестре, 40 – промежуточная аттестация в конце семестра).

Итоговая оценка учитывает совокупные результаты контроля знаний. Дополнительно может проводиться по вопросам опрос в устной форме. Содержание вопросов приведено выше.

Оценка дополнительного опроса отражается как повышение его баллов до уровня «зачтено», если студент:

- в целом раскрыл содержание материала в области, предусмотренной вопросом; изложил материал достаточно грамотным языком в определенной логической последовательности, точно использовал терминологию;
- правильно выполнил рисунки, чертежи, графики, использовал наглядные пособия, соответствующие ответу;
- отвечал практически самостоятельно без значительного числа наводящих вопросов.

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 опросе;
- 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.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## **7 Материально-техническое обеспечение по дисциплине**

По всем видам учебной деятельности в рамках дисциплины используются аудитории, кабинеты и лаборатории, оснащенные необходимым специализированным и лабораторным оборудованием.

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: проектор, экран, компьютер/ноутбук	Офисное ПО. База учебных планов, учебно-методических комплексов, учебных пособий по предмету



Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: проектор, экран, компьютер/ноутбук	Офисное ПО. База учебных планов, учебно-методических комплексов, учебных пособий по предмету
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Компьютерный класс, оснащенный персональными ЭВМ и соответствующим программным обеспечением (ПО)	Офисное ПО. Системы программирования и разработки приложений. База учебных планов, учебно-методических комплексов, учебных пособий по предмету

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)	Офисное ПО. База учебных планов, учебно-методических комплексов, учебных пособий по предмету
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.20)	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)	Офисное ПО. База учебных планов, учебно-методических комплексов, учебных пособий по предмету
Компьютерный класс для самостоятельной работы обучающихся (ауд.24)	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)	Офисное ПО. База учебных планов, учебно-методических комплексов, учебных пособий по предмету. Системы программирования и разработки приложений.