

**МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Алтайский государственный педагогический университет»  
(ФГБОУ ВО «АлтГПУ»)

УТВЕРЖДАЮ  
проректор по образовательной и  
международной деятельности

\_\_\_\_\_ С.П. Волохов

**Исследование операций**  
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Кафедра математики и методики обучения математике**

Учебный план ПМ01.03.04\_2022.plx  
01.03.04 Прикладная математика

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану	144	Виды контроля в семестрах:
в том числе:		экзамены 8
аудиторные занятия	66	
самостоятельная работа	47	
часов на контроль	27	

Программу составил(и):

кфмн, Доц., *Зенков Алексей Владимирович* \_\_\_\_\_

Рабочая программа дисциплины

### **Исследование операций**

разработана на основании ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 01.03.04 Прикладная математика (приказ Минобрнауки России от 15.01.2018 г. № 11)

составлена на основании учебного плана 01.03.04 Прикладная математика (Уровень: бакалавриат; квалификация: бакалавр), утвержденного Учёным советом ФГБОУ ВО «АлтГПУ» от 25.04.2022, протокол № 9.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

### **Кафедра математики и методики обучения математике**

Протокол № 8 от 19.04.2022 20:00:00 г.

Срок действия программы: 2022-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Борисенко Оксана Викторовна

### **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	8 (4.2)		Итого	
	уп	рп	уп	рп
Неделя	15 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	24	24	24	24
Практические	42	42	42	42
Контроль самостоятельной работы	4	4	4	4
Итого ауд.	66	66	66	66
Контактная работа	70	70	70	70
Сам. работа	47	47	47	47
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	144	144	144	144

<b>1.1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.1.1	формирование систематических знаний в области исследования операций.

<b>1.2. ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
1.2.1	формирование комплексных знаний и практических навыков о задачах, моделях и методах исследования операций;
1.2.2	развитие способностей применять математический аппарат для решения профессиональных задач

<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математика
2.1.2	Методы оптимизации
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Производственная практика: преддипломная практика

<b>3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b>	
<b>ПК-3.1: Осуществляет подбор исходных данных для осуществления расчетов</b>	
<b>ПК-3.2: Проводит расчет агрегированных и производных статистических показателей</b>	
<b>ПК-3.3: Выполняет балансировку и взаимную увязку статистических показателей</b>	
<b>ОПК-2.1: Обоснованно выбирает для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели</b>	
<b>ОПК-2.2: Применяет для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели</b>	
<b>ОПК-2.3: Анализирует результаты и оценивает надежность и качество используемых математических методов и моделей</b>	
<b>ОПК-1.1: Демонстрирует знания основ фундаментальной математики и естественно-математических дисциплин</b>	
<b>ОПК-1.2: Использует для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности соответствующий физико-математический аппарат</b>	
<b>ОПК-1.3: Критически оценивает и пополняет знания в области естественнонаучных и математических дисциплин</b>	
<b>УК-1.1: Ставит и анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие</b>	
<b>УК-1.2: Осуществляет поиск, обработку, анализ и синтез информации для решения поставленных задач</b>	
<b>УК-1.3: Рассматривает различные варианты решения поставленных задач на основе системного подхода, научных методов и достижений</b>	
<b>ПК-3.4: Разрабатывает аналитические материалы</b>	

**В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	основные математические методы и модели, а также основы современные подходы к их интерпретации. основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на концепции непрерывного образования в области естественно-математических дисциплин;
3.1.2	основные положения, законы и методы фундаментальной математики и естественно-математических дисциплин для понимания сущности проблемы;
3.1.3	классификации и области применения математических методов и моделей; методические подходы к подбору исходных данных для осуществления расчетов; методики расчета агрегированных и производных показателей; методики балансировки и проведения других процедур, обеспечивающих увязку статистических показателей; аналитические приемы, процедуры, методические подходы и правила формирования докладов, презентаций, публикаций.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	использовать способы формализации проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;
3.2.2	доказывать на необходимом уровне строгости основные утверждения и теоремы математических дисциплин;
3.2.3	грамотно применять математические методы и модели для построения математических моделей различных явлений окружающей;
3.2.4	отбирать эффективные методы решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности;

3.2.5	подбирать исходные данные для осуществления расчетов;
3.2.6	рассчитывать агрегированные и производные статистические показатели;
3.2.7	производить балансировку и другие процедуры, обеспечивающие увязку статистических показателей;
3.2.8	анализировать результаты расчетов и грамотно представлять их в аналитических материалах.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	современными проблемами естественных наук и математики; методами физико-математического моделирования для решения естественнонаучных заданий, типовых задач в рамках профессиональной деятельности и методами анализа результатов моделирования и принятия решения на основе полученных результатов;
3.3.2	базовыми технологиями поиска, хранения и преобразования информации;
3.3.3	методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях;
3.3.4	техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами;
3.3.5	профессиональным языком предметной области знания исследования операций; способами построения, решения математических моделей явлений различной природы, а также способами анализа решения исследовательских и проектных задач и оценки надежности решения;
3.3.6	различными способами оценки надежности и качества функционирования систем навыками подбора данных для расчетов; способами контроля качества и согласованности полученных результатов;
3.3.7	способами контроля результатов проведенных операций, обеспечивающих увязку статистических показателей;
3.3.8	навыками представления аналитических материалов в виде докладов, презентаций, публикаций

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература
	<b>Раздел 1. Основы исследования операций</b>				
1.1	Математическая модель, операция /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.2	Математическая модель, операция /Пр/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.3	Графическое решение задач n=2 /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3

1.4	Графическое решение задач $n=2$ /Пр/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.5	Графическое решение задач $n=2$ /Ср/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.6	Симплекс метод $n>2$ /Лек/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.7	Симплекс метод $n>2$ /Пр/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.8	Симплекс метод $n>2$ /Ср/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3

1.9	Двойственная задача /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.10	Двойственная задача /Пр/	8	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.11	Двойственная задача /Ср/	8	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.12	Транспортная задача /Лек/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.13	Транспортная задача /Пр/	8	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3

1.14	Транспортная задача /Ср/	8	8	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.15	Целочисленное программирование /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.16	Целочисленное программирование /Пр/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.17	Целочисленное программирование /Ср/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.18	Нелинейное программирование /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3

1.19	Нелинейное программирование /Пр/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.20	Нелинейное программирование /Ср/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.21	Сетевое планирование /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.22	Сетевое планирование /Пр/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.23	Сетевое планирование /Ср/	8	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3

1.24	Динамическое программирование /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.25	Динамическое программирование /Пр/	8	4	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.26	Динамическое программирование /Ср/	8	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.27	Принцип Р. Белмана /Лек/	8	2	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.28	Принцип Р. Белмана /Пр/	8	6	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3

1.29	Принцип Р. Белмана /Ср/	8	5	ОПК-2.1 ОПК-2.2 ОПК-2.3 ПК-3.1 ПК-3.2 ПК-3.3 ПК-3.4 УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 ОПК-1.1 ОПК-1.2 ОПК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3
1.30	Экзамен /Экзамен/	8	27		Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 5.1. Перечень индикаторов достижения компетенций, форм контроля и оценочных средств

УК-1.1: Ставит и анализирует задачу, выделяя ее базовые составляющие  
 УК-1.2: Осуществляет поиск, обработку, анализ и синтез информации для решения поставленных задач  
 УК-1.3: Рассматривает различные варианты решения поставленных задач на основе системного подхода, научных методов и достижений  
 ОПК-1.1: Демонстрирует знания основ фундаментальной математики и естественно-математических дисциплин  
 ОПК-1.2: Использует для решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности соответствующий физико-математический аппарат  
 ОПК-1.3: Критически оценивает и пополняет знания в области естественнонаучных и математических дисциплин  
 ОПК-2.1: Обоснованно выбирает для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели  
 ОПК-2.2: Применяет для решения исследовательских и проектных задач математические методы и модели  
 ОПК-2.3: Анализирует результаты и оценивает надежность и качество используемых математических методов и моделей  
 ПК-3.1: Осуществляет подбор исходных данных для осуществления расчетов  
 ПК-3.2: Проводит расчет агрегированных и производных статистических показателей  
 ПК-3.3: Выполняет балансировку и взаимную увязку статистических показателей  
 ПК-3.4: Разрабатывает аналитические материалы

### 5.2. Технологическая карта достижения индикаторов

Перечень индикаторов компетенций: УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4  
 Виды учебной работы: лекционные занятия  
 Формы контроля и оценочные средства:  
 вопросы для устного опроса (10 баллов)  
 Перечень индикаторов компетенций: УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4  
 Виды учебной работы: семинарские занятия  
 Формы контроля и оценочные средства:  
 Вопросы для устного опроса(10 баллов)  
 Контрольная работа(10 баллов)  
 Самостоятельная работа(10 баллов)  
 Перечень индикаторов компетенций: УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4  
 Виды учебной работы: Контрольный срез  
 Формы контроля и оценочные средства: Тестовые задания, контрольная работа (25 баллов)  
 Перечень индикаторов компетенций: УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4  
 Виды учебной работы: Самостоятельная работа  
 Формы контроля и оценочные средства:  
 Самостоятельная работа(10 баллов)  
 Перечень индикаторов компетенций: УК-1.1, УК-1.2, УК-1.3, ОПК-1.1, ОПК-1.2, ОПК-1.3, ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3, ПК-3.1, ПК-3.2, ПК-3.3, ПК-3.4  
 Виды учебной работы: экзамен  
 Формы контроля и оценочные средства:  
 Вопросы к экзамену (30 баллов),  
 Практические задания к экзамену (15 баллов)

### 5.3. Формы контроля и оценочные средства

Вопросы к экзамену  
 1. Понятие операции.  
 2. Понятие решения операции.

3. Оптимальное решение операции.
4. Задача исследования операции.
5. Задача составления плана производства.
6. Линейное программирование (ЛП). Общая постановка задачи.
7. Исследование операций до нашей эры.
8. Исследование операций до второй мировой войны в СССР.
9. Исследование операций до второй мировой войны за границей.
10. Стандартная форма задач ЛП. Целевая функция. Опорный план.
11. Основная форма задач ЛП. Оптимальный план.
12. Выпуклость множества решений ЗЛП.
13. Направление наилучшего возрастания целевой функции.
14. О постоянстве целевой функции  $L$  на прямой  $l$  ортогональной  $\text{grad } L$ .
15. Схема графического решения задач ЛП ( $n=2$ ).
16. Симплекс метод решения задач ЛП ( $n>2$ ).
17. Нахождение первого опорного плана в симплекс методе.
18. Симплекс таблица.
19. Ведущий столбец и ведущая строка в симплекс методе.
20. Переход к следующей симплекс таблице.
21. Условие оптимальности опорного плана для симплекса метода.
22. Постановка двойственной задачи.
23. Свойства двойственных задач.
24. Система уравнений оптимальности для двойственных задач.
25. Свойство дополняющей нежесткости для двойственных задач.
26. Постановка транспортной задачи.
27. Опорное решение в транспортной задаче.
28. Метод минимальной стоимости в транспортной задаче.
29. Метод потенциалов транспортной задачи.
30. Алгоритм решения транспортной задачи.
31. Условие оптимальности решения транспортной задачи.
32. Переход к новому опорному решению транспортной задачи.
33. Задачи целочисленного программирования.
34. Задача о назначениях.

## Тестовые задания

1. Термин "исследование операций" появился ...
    - a) в годы второй мировой войны
    - b) в 50-ые годы XX века
    - c) в 60-ые годы XX века
    - d) в 70-ые годы XX века
    - e) в 90-ые годы XX века
    - f) в начале XXI века
  2. Под исследованием операций понимают (выберите наиболее подходящий вариант)
    - a) комплекс мер, предпринимаемых для реализации определенных операций
    - b) комплекс количественных математических методов для обоснования решений во всех областях целенаправленной человеческой деятельности
    - c) комплекс методов реализации задуманного плана
    - d) научные методы распределения ресурсов при организации производства
  3. Упорядочьте этапы, через которые, как правило, проходит любое операционное исследование:
    - a) постановка задачи
    - b) анализ модели
    - c) построение математической модели
    - d) построение содержательной (словесной) модели операций
  4. В исследовании операций под операцией понимают...
    - a) любое упорядоченное мероприятие, направленное на достижение какой-либо цели
    - b) всякое неуправляемое мероприятие
    - c) комплекс технических мероприятий, обеспечивающих производство продуктов потребления
  5. Решение называют оптимальным, ...
    - a) если оно по тем или иным соображениям предпочтительнее других
    - b) если оно рационально
    - c) если оно согласовано с начальством
    - d) если оно утверждено общим собранием
- Примерные задания для контрольных работ
1. Найти минимум  $L = 3x + y$  при ограничениях  
 $0 \leq x - y, x + 2y \leq 12, 0 \leq x \leq 6, 1 \leq y.$
  2. Найти минимум  $(x - 1/2)^2 + (y - 1)^2$   
 , если  $x \leq 2, 2 \leq x + y, 0 \leq x \leq 3, 0 \leq y \leq 3.$
  3. Составить план производства изделий А и В, чтобы прибыль была наибольшей, если на

изделие А требуется 2 единицы сырья первого вида и 2 второго, а на изделие В 3 единицы 1-го, 1 единица второго и 3 единицы третьего. На производстве есть 19 единиц сырья 1 –го вида, 13 второго и 15 третьего. Одно изделие А приносит 7 миллионов, а В - 5 миллионов прибыли.

4. Записать задачу, двойственную к задаче  $L = 2x + 6y - 3z \rightarrow \max$ ,

$$X + 2y + z \leq 8, 6 \leq 4x + y - 3z, 0 \leq x, 0 \leq y, 0 \leq z.$$

5. Найти минимальные затраты на перевозку, если

По.\ Пн. 28 17 28 20

15        7    3    4    2

31        6    1    4    6

25        6    9    5    3

22        10   4    7    9

Примерные задания самостоятельных работ

1. Найти  $\max L = -x + 2y$  при ограничениях:  $0 \leq x - y, x + 2y \leq 12, 0 \leq x \leq 6, 1 \leq y$ .

2. Найти целые значения  $x, y$ , при которых функция  $L = 3x + 2y$  максимальна, если

$$-x/2 + y/3 \leq 1, 0 \leq x \leq 3, 0 \leq y.$$

Примерные вопросы для устного опроса

1. Как построить область допустимых значений?
2. Когда задачу ЛП можно решить графически?
3. Как найти оптимальное решение задачи ЛП графическим методом?
4. Математическая запись задачи линейного программирования
5. Что называется симплексом?
6. Какой план называется опорным, а какой оптимальным?
7. Как построить новый опорный план?
8. Как найти направляющий элемент?
9. Что такое двойственные задачи ЛП?
10. Как формулируется основная теорема двойственности?
11. Алгоритм построения двойственных задач
12. Как записывается модель транспортной задачи?
13. Когда вводится фиктивный поставщик?
14. Когда вводится фиктивный потребитель?

#### 5.4. Оценка результатов обучения в соответствии с индикаторами достижения компетенций

Неудовлетворительно. Не достигнут.

Удовлетворительно. Пороговый уровень: знает фрагментарно основные математические методы и модели, а также основы современные подходы к их интерпретации; основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на концепции непрерывного образования в области естественно-математических дисциплин; основные положения, законы и методы фундаментальной математики и естественно-математических дисциплин для понимания сущности проблемы; классификации и области применения математических методов и моделей; не в полном объеме умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы; методические подходы к подбору исходных данных для осуществления расчетов; методики расчета агрегированных и производных показателей; методики балансировки и проведения других процедур, обеспечивающих увязку статистических показателей; аналитические приемы, процедуры, методические подходы и правила формирования докладов, презентаций, публикаций; частично умеет использовать способы формализации проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; доказывать на необходимом уровне строгости основные утверждения и теоремы математических дисциплин; грамотно применять математические методы и модели для построения математических моделей различных явлений окружающей; отбирать эффективные методы решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; подбирать исходные данные для осуществления расчетов; рассчитывать агрегированные и производные статистические показатели; производить балансировку и другие процедуры, обеспечивающие увязку статистических показателей; анализировать результаты расчетов и грамотно представлять их в аналитических материалах. Испытывает затруднения при решении типовых задач в рамках профессиональной деятельности и методами анализа результатов моделирования и принятия решения на основе полученных результатов; базовыми технологиями поиска, хранения и преобразования информации; владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях; техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами; профессиональным языком предметной области знания исследования операций; способами построения, решения математических моделей явлений различной природы, а также способами анализа решения исследовательских и проектных задач и оценки надежности решения.

Хорошо. Базовый уровень: в целом знает основные математические методы и модели, а также основы современные подходы к их интерпретации; основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на концепции непрерывного образования в области естественно-математических дисциплин; основные положения, законы и методы фундаментальной математики и естественно-математических дисциплин для понимания сущности проблемы; классификации и области применения математических методов и моделей; умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы; методические подходы к подбору исходных данных для осуществления расчетов; методики расчета агрегированных и производных показателей; методики балансировки и проведения других процедур, обеспечивающих увязку статистических показателей; аналитические приемы, процедуры, методические подходы и правила формирования докладов, презентаций, публикаций; частично умеет использовать способы формализации проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; доказывать на необходимом уровне строгости основные

утверждения и теоремы математических дисциплин; грамотно применять математические методы и модели для построения математических моделей различных явлений окружающей; отбирать эффективные методы решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; подбирать исходные данные для осуществления расчетов; рассчитывать агрегированные и производные статистические показатели; производить балансировку и другие процедуры, обеспечивающие увязку статистических показателей; анализировать результаты расчетов и грамотно представлять их в аналитических материалах; доаускает отдельные ошибки при решении типовых задач в рамках профессиональной деятельности и методами анализа результатов моделирования и принятия решения на основе полученных результатов; базовыми технологиями поиска, хранения и преобразования информации; владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях; техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами; профессиональным языком предметной области знания исследования операций; способами построения, решения математических моделей явлений различной природы, а также способами анализа решения исследовательских и проектных задач и оценки надежности решения.

Отлично. Высокий уровень: знает основные математические методы и модели, а также основы современные подходы к их интерпретации; основные математические приложения и физические законы, явления и процессы, на концепции непрерывного образования в области естественно-математических дисциплин; основные положения, законы и методы фундаментальной математики и естественно-математических дисциплин для понимания сущности проблемы; классификации и области применения математических методов и моделей; умеет приводить научные положения и факты для обоснования сущности проблемы; методические подходы к подбору исходных данных для осуществления расчетов; методики расчета агрегированных и производных показателей; методики балансировки и проведения других процедур, обеспечивающих увязку статистических показателей; аналитические приемы, процедуры, методические подходы и правила формирования докладов, презентаций, публикаций; частично умеет использовать способы формализации проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; доказывать на необходимом уровне строгости основные утверждения и теоремы математических дисциплин; грамотно применять математические методы и модели для построения математических моделей различных явлений окружающей; отбирать эффективные методы решения проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; подбирать исходные данные для осуществления расчетов; рассчитывать агрегированные и производные статистические показатели; производить балансировку и другие процедуры, обеспечивающие увязку статистических показателей; анализировать результаты расчетов и грамотно представлять их в аналитических материалах; показывает навыки владения при решении типовых задач в рамках профессиональной деятельности и методами анализа результатов моделирования и принятия решения на основе полученных результатов; базовыми технологиями поиска, хранения и преобразования информации; владеет методами поиска и обмена информацией в глобальных и локальных компьютерных сетях; техническими и программными средствами защиты информации при работе с компьютерными системами; профессиональным языком предметной области знания исследования операций; способами построения, решения математических моделей явлений различной природы, а также способами анализа решения исследовательских и проектных задач и оценки надежности решения

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Издание	Экз.
Л1.1	под ред. В. А. Колемаева	Математические методы и модели исследования операций: учебник — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2017 — URL: <a href="http://www.iprbookshop.ru/83033.html">http://www.iprbookshop.ru/83033.html</a>	9999
Л1.2	Н. М. Ефромеев, Е. В. Ефромеева	Исследование операций: в 2 частях. Часть 1. Линейное программирование: учебное пособие — Саратов : Вузовское образование, 2021 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/118468.html">https://www.iprbookshop.ru/118468.html</a>	9999
Л1.3	Н. М. Ефромеев, Е. В. Ефромеева	Исследование операций: в 2 частях. Часть 2. Элементы целочисленного программирования: учебное пособие — Саратов : Вузовское образование, 2022 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/120935.html">https://www.iprbookshop.ru/120935.html</a>	9999

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Издание	Экз.
Л2.1	Б. А. Есипов	Методы исследования операций: учебное пособие [для студентов вузов] — Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2010	21
Л2.2	С. И. Янов ; Алтайский государственный педагогический университет	Исследование операций: учебно-методическое пособие — Барнаул : АлтГПУ, 2020 — URL: <a href="http://library.altspu.ru/dc/pdf/yanov.pdf">http://library.altspu.ru/dc/pdf/yanov.pdf</a>	9999
Л2.3	Е. В. Гайлит	Исследование операций. Математические модели и методы исследования операций: задачи и упражнения: учебное пособие — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019 — URL: <a href="https://www.iprbookshop.ru/102908.html">https://www.iprbookshop.ru/102908.html</a>	9999

#### 6.3.1 Перечень программного обеспечения

6.3.1.1	Пакет Microsoft Office
---------	------------------------

6.3.1.2	Операционная система семейства Windows
6.3.1.3	Интернет браузер
6.3.1.4	Программа для просмотра электронных документов формата pdf, djvu
<b>6.3.2 Перечень информационных справочных систем</b>	
6.3.2.1	Электронная библиотека НПБ / Алтайский государственный педагогический университет, Научно-педагогическая библиотека
6.3.2.2	Цифровой образовательный ресурс IPR Smart / Ай Пи Ар Медиа
6.3.2.3	МЭБ. Межвузовская электронная библиотека / Новосибирский государственный педагогический университет

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

7.1	Оборудованные учебные аудитории, в том числе с использованием мультимедийных комплектов, подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета.
7.2	Аудитории для самостоятельной работы с подключением к сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду Университета.

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Осваивая курс «Исследование операций», студенту необходимо научиться работать на лекциях, на практических занятиях и организовывать самостоятельную внеаудиторную деятельность.

В начале лекции необходимо усвоить цель, которую лектор ставит перед собой и студентами. Важно внимательно слушать лектора, отмечать наиболее существенную информацию и кратко записывать в тетрадь. Сравнить то, что услышано на лекции с прочитанным и услышанным ранее, укладывать новую информацию в собственную уже имеющуюся систему знаний.

По ходу лекции важно подчеркивать новые термины, устанавливать их взаимосвязь с понятиями, научиться использовать новые в процессе доказательства теорем и решении задач. Необходимо очень тщательно вслед за лектором делать рисунки, чертежи, графики,

схемы. Если лектор приглашает к дискуссии необходимо принять в ней участие. Если на лекции студент не получил ответа на возникшие у него вопросы, необходимо в конце лекции задать их лектору. Дома необходимо прочитать записанную лекцию, подчеркнуть наиболее важные моменты, составить словарь новых терминов, составить план доказательства каждой теоремы и перечислить все используемые при ее доказательстве утверждения.

Зная тему практического занятия, необходимо готовится к нему заблаговременно. Для этого необходимо изучить лекционный материал, соответствующий теме занятия и рекомендованный преподавателем материал из учебной литературы. А также решить все задачи, которые были предложены для самостоятельного выполнения на предыдущей лекции или практическом занятии.

В процессе подготовки к занятиям необходимо воспользоваться материалами учебно-методического комплекса дисциплины.

Важнейшей особенностью обучения в высшей школе является высокий уровень самостоятельности студентов в ходе образовательного процесса. Эффективность самостоятельной работы зависит от таких факторов как

- уровень мотивации студентов к овладению конкретными знаниями и умениями;
- наличие навыка самостоятельной работы, сформированного на предыдущих этапах обучения;

- наличие четких ориентиров самостоятельной работы.

Приступая к самостоятельной работе, необходимо получить следующую информацию:

- цель изучения конкретного учебного материала;
- место изучаемого материала в составе знаний, необходимых для формирования специалиста;
- перечень знаний и умений, которыми должен овладеть студент;
- порядок изучения учебного материала;
- источники информации;
- наличие контрольных заданий;
- форма и способ фиксации результатов выполнения учебных заданий;
- сроки выполнения самостоятельной работы.

Следует выполнять рекомендуемые упражнения и задания, решать задачи.

Результатом самостоятельной работы должна быть систематизация и структурирование учебного материала по изученной теме, включение его в уже имеющуюся у студента систему знаний.

После изучения учебного материала необходимо проверить усвоение учебного материала с помощью предлагаемых контрольных вопросов и при необходимости повторить учебный материал.

В процессе подготовки к экзамену необходимо систематизировать, запомнить учебный материал, научиться применять его на практике (в процессе доказательства теорем и решении задач).

Основными способами приобретения знаний, как известно, является чтение учебника и дополнительной литературы, рассказ и объяснение преподавателя, решение задач, поиск ответа на контрольные вопросы.

Известно, приобретение новых знаний идет в несколько этапов:

- знакомство;
- понимание, усвоение основных закономерностей строения и функционирования изучаемого объекта, выяснение связей между его элементами и другими подобными объектами;

-фиксация новых знаний в системе имеющихся знаний;

-запоминание и последующее воспроизведение;

-использование полученных знаний для приобретения новых знаний, умений и навыков;

Для того чтобы учащийся имел прочные знания на определенном уровне рекомендуют проводить обучение на более высоком уровне.

Приобретение новых знаний требует от учащегося определенных усилий и активной работы на каждом этапе формирования знаний. Знания, приобретенные учащимся в ходе активной самостоятельной работы, являются более глубокими и прочными.

Изучая курс «Исследование операций», студент сталкивается с необходимостью понять и запомнить большой по объему учебный материал. Запомнить его очень важно, так как даже интеллектуальные и операционные умения и навыки для своей реализации требуют определенных теоретических знаний.

Важнейшим условием для успешного формирования прочных знаний является их упорядочивание, приведение их в единую систему. Это осуществляется в ходе выполнения учащимся следующих видов работ по самостоятельному структурированию учебного материала - запись ключевых терминов,

-составление словаря терминов,

-составление таблиц,

-составление схем,

-составление классификаций,

-выявление причинно-следственных связей,

-составление коротких рефератов, учебных тестов,

-составление опорных схем и конспектов,

-составление плана рассказа.

Информация, организованная в систему, где учебные элементы связаны друг с другом различного рода связями, лучше запоминается. При структурировании учебного материала по исследованию операций на помощь учащемуся приходит содержание самой учебной дисциплины. Поэтому учащемуся остается только найти элементы этих систем и выявить существующие между ними связи и отношения, после чего визуализировать все это в виде схемы, рисунка, таблицы.

Учащийся фактически творит, сам создает новую информацию, что существенно облегчает запоминание этой информации.

Методические рекомендации для обучающихся (с ОВЗ)

Под специальными условиями для получения образования обучающимися с ограниченными возможностями здоровья понимаются условия обучения, воспитания и развития, включающие в себя использование специальных образовательных программ и методов обучения и воспитания, специальных учебников, учебных пособий и дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования. Построение образовательного процесса ориентировано на учет индивидуальных возрастных, психофизических особенностей обучающихся, в частности предполагается возможность разработки индивидуальных учебных планов. Реализация индивидуальных учебных планов сопровождается поддержкой тьютора (родителя, взявшего на себя тьюторские функции в процессе обучения, волонтера).

Обучающиеся с ОВЗ, как и все остальные студенты, могут обучаться по индивидуальному учебному плану в установленные сроки с учетом индивидуальных особенностей и специальных образовательных потребностей конкретного обучающегося. При составлении индивидуального графика обучения для лиц с ОВЗ возможны различные варианты проведения занятий: проведение индивидуальных или групповых занятий с целью устранения сложностей в усвоении лекционного материала, подготовке к семинарским занятиям, выполнению заданий по самостоятельной работе. Для лиц с ОВЗ, по их просьбе, могут быть адаптированы как сами задания, так и формы их выполнения. Выполнение под руководством преподавателя индивидуального проектного задания, позволяющего сочетать теоретические знания и практические навыки; применение мультимедийных технологий в процессе ознакомительных лекций и семинарских занятий, что позволяет экономить время, затрачиваемое на изложение необходимого материала и увеличить его объем.

Для осуществления процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации преподавателя, в соответствии с потребностями студента, отмеченными в анкете, и рекомендациями специалистов дефектологического профиля, разрабатывает фонды оценочных средств, адаптированные для лиц с ограниченными возможностями здоровья и позволяющие оценить достижение ими запланированных в основной образовательной программе результатов обучения и уровень сформированности всех компетенций, заявленных в образовательной программе. Форма проведения текущей аттестации для студентов с ОВЗ устанавливается с учетом индивидуальных психофизических особенностей (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.). Лицам с ОВЗ может быть предоставлено дополнительное время для подготовки к ответу на экзамене, выполнения задания для самостоятельной работы.

При необходимости студент с ограниченными возможностями здоровья подает письменное заявление о создании для него специальных условий в Учебно-методическое управление Университета с приложением копий документов, подтверждающих статус инвалида или лица с ОВЗ.