

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сахарчук Елена Сергеевна  
Должность: Проректор по образовательной деятельности  
Дата подписания: 27.05.2024 18:40:27  
Уникальный программный ключ:  
d37ecce2a38525810859f295de19f107b21a049a

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение инклюзивного высшего образования

**«Московский государственный  
гуманитарно-экономический университет»  
(ФГБОУ ИВО «РГУ СоцТех»)**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебно-методической работе

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ОСВОЕНИЮ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ  
Б1.О.24 Исследование операций**

Образовательная программа направления подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и  
информатика»

шифр, наименование

**Направленность (профиль)**

Вычислительная математика и информационные технологии

Квалификация (степень) выпускника: бакалавр

Форма обучения очная

Курс 2 семестр 4

Москва 2024

Методические рекомендации разработаны на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования направления (специальности) 01.03.02 «Прикладная математика и информатика (уровень бакалавриата)», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 9 от 10 января 2018 г. Зарегистрировано в Минюсте России 06 февраля 2018 г. №49937.

Разработчик методических рекомендаций:

РГУ СоцТех, заведующий кафедрой информационных технологий и кибербезопасности  
место работы, занимаемая должность

\_\_\_\_\_ Митрофанов Е.П. . «31» \_\_\_\_\_ 03 \_\_\_\_\_ 2024 г.

подпись

Ф.И.О.

Дата

Методические рекомендации утверждены на заседании кафедры Информационных технологий и кибербезопасности

(протокол № 7 от «9» 01 2024 г.)

на заседании Учебно-методического совета РГУ СоцТех  
(протокол № 3 от «26» 04 2024 г.)

СОГЛАСОВАНО:

Начальник управления учебного планирования и контроля образовательной деятельности

\_\_\_\_\_ И.Г. Дмитриева  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Начальник отдела координации и сопровождения образовательных программ

\_\_\_\_\_ Брусенко С.В.  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Заведующий библиотекой

\_\_\_\_\_ В.А. Ахтырская  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

Декан факультета Цифровых технологий и кибербезопасности

\_\_\_\_\_ А.Ю.Щиканов  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.

## Содержание

1. **АННОТАЦИЯ/ВВЕДЕНИЕ**
2. **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛЕКЦИЯМ**
3. **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**
4. **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

## АННОТАЦИЯ

Настоящие методические рекомендации разработаны для обучающихся 2 курса очной формы обучения с учетом ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины **Исследование операций**.

Цели дисциплины:

- решения задач управления запасами;
- принятия решений в условиях риска и неопределенности с помощью различных критериев;
- построения сетевых графиков и расчет их характеристик;
- построения имитационных моделей сложных систем.

Задачи дисциплины:

- изучение оптимизационных моделей планирования и управления сложными экономическими системами;
- изучение моделей линейного программирования в экономике;
- изучение моделей нелинейного, в том числе квадратичного программирования;
- изучение моделей динамического программирования.

В результате изучения дисциплины студент должен:

*знать:*

- основные проблемы, при решении которых возникает необходимость использования математических методов исследования операций; основные задачи исследования операций, методы решения задач линейного и нелинейного программирования, используемые в задачах управления различными организационными системам.

*уметь:*

- применить математический метод для решения задачи; формализовать задачу исследования операций, дать ее качественное описание; создавать модели линейного программирования и провести экономико-математический анализ моделей ЛП; провести анализ транспортной задачи; создавать модели и решать задачи динамического программирования; проанализировать полученные результаты и сделать выводы по поставленной задаче.

*владеть:*

- методами решения задач линейного и нелинейного программирования навыками проведения экономико-математического анализа моделей ЛП; методами принятия решений в условиях риска и неопределенности с помощью различных критериев.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛЕКЦИЯМ**

### **Лекция 1. По теме: Предмет исследования операций.**

#### **Вопросы:**

Основные понятия и методы исследования операций.

#### **Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

#### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

1. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
2. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
3. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **Лекция 2. По теме: Классификация задач исследования операций.**

#### **Вопросы:**

Классификация задач исследования операций. Математическая модель задачи исследования операций.

**Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

**Дополнительные источники и литература для подготовки:**

4. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
5. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
6. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

**Лекция 3. По теме: Экономико-математическая модель задачи ЛП**

**Вопросы:**

Постановка задачи линейного программирования. Каноническая и стандартная форма задачи линейного программирования. Целевая функция, критерии эффективности.

**Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в

рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

#### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

7. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
8. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
9. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znaniium.com/catalog/product/1081677>

#### **Лекция 4. По теме: Анализ задачи линейного программирования.**

##### **Вопросы:**

Задача об использовании ресурсов, задача о загрузке оборудования. Элементы теории выпуклых множеств в n-мерном пространстве. Общий вид допустимой области. Базисные решения систем.

##### **Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

#### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

10. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. —

Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>

11. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
12. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

## **Лекция 5. По теме: Постановка транспортной задачи. Виды моделей.**

### **Вопросы:**

Постановка задачи, матрица затрат, целевая функция. Открытая и закрытая модель транспортной задачи. Задача о назначениях.

### **Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

13. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
14. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
15. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

## **Лекция 6. По теме: Методы решения транспортной задачи**

### **Вопросы:**

Особенности системы ограничений. Теорема о ранге. Начальные опорные решения. Метод «северо-западного» угла и минимальной стоимости. Критерии оптимальности базисного распределения поставок.

### **Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

16. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
17. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
18. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **Лекция 7. По теме: Задачи нелинейного программирования.**

#### **Вопросы:**

Постановка задачи нелинейного программирования. Производственная функция. Локальный, глобальный и условный экстремум. Выпуклые функции, их свойства. Экстремальные свойства решений задач ВП.

#### **Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование

учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

#### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

19. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
20. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
21. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

#### **Лекция 8. По теме: Многошаговые операции. Задачи динамического программирования**

##### **Вопросы:**

Модели процессов последовательного принятия решений. Задачи динамического программирования, их свойства. Задачи управления запасами. Задачи об использовании оборудования. Уравнения Беллмана.

##### **Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

22. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
23. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
24. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **Лекция 9. По теме: Понятие и классификация СМО.**

#### **Вопросы:**

Процессы обслуживания. Показатели эффективности. Процессы с дискретным и непрерывным состоянием. Потоки событий.

#### **Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

25. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
26. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт,

2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
27. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

## **Лекция 10. По теме: Методы решения задач ТМО**

### **Вопросы:**

Граф случайного процесса. Матрицы переходов. Предельные вероятности состояний.

Одноканальные и многоканальные системы. Процессы гибели и размножения. Системы с отказами и с ожиданием.

### **Методические рекомендации:**

Лекция проводится как с применением традиционных технологий (обзорная лекция), так и интерактивных технологий (проблемная лекция). В ходе лекционных занятий студентам рекомендовано вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации.

Рекомендуется задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Дорабатывать конспект лекции рекомендовано в соответствии рабочей программой дисциплины.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

28. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности : учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев ; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
29. Исследование операций в экономике : учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
30. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ**

### **Темы и задания к практическим занятиям:**

## **Практическое занятие 1. По теме: Предмет исследования операций.**

### **Вопросы:**

1. Основные понятия и методы исследования операций.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

31. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
32. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
33. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

## **Практическое занятие 2. По теме: Классификация задач исследования операций.**

### **Вопросы:**

1. Классификация задач исследования операций.
2. Математическая модель задачи исследования операций..

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

34. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
35. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
36. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

## **Практическое занятие 3. По теме: Экономико-математическая модель задачи ЛП**

### **Вопросы:**

1. Постановка задачи линейного программирования.
2. Каноническая и стандартная форма задачи линейного программирования.
3. Целевая функция, критерии эффективности.

#### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

37. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
38. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
39. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

#### **Практическое занятие 4. По теме: Анализ задачи линейного программирования.**

##### **Вопросы:**

1. Задача об использовании ресурсов, задача о загрузке оборудования.
2. Элементы теории выпуклых множеств в n-мерном пространстве.
3. Общий вид допустимой области.
4. Базисные решения систем.

#### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

40. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
41. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
42. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

#### **Практическое занятие 5. По теме: Постановка транспортной задачи. Виды моделей.**

##### **Вопросы:**

1. Постановка задачи, матрица затрат, целевая функция.
2. Открытая и закрытая модель транспортной задачи.
3. Задача о назначениях.

#### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

43. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
44. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
45. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **Практическое занятие 6. По теме: Методы решения транспортной задачи**

#### **Вопросы:**

1. Особенности системы ограничений.
2. Теорема о ранге.
3. Начальные опорные решения.
4. Метод «северо-западного» угла и минимальной стоимости.
5. Критерии оптимальности базисного распределения поставок.

#### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

46. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
47. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
48. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **Практическое занятие 7. По теме: Задачи нелинейного программирования.**

#### **Вопросы:**

1. Постановка задачи нелинейного программирования.
2. Производственная функция.
3. Локальный, глобальный и условный экстремум.
4. Выпуклые функции, их свойства.
5. Экстремальные свойства решений задач ВП..

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

49. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
50. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
51. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **Практическое занятие 8. По теме: Многошаговые операции. Задачи динамического программирования.**

#### **Вопросы:**

1. Модели процессов последовательного принятия решений.
2. Задачи динамического программирования, их свойства.
3. Задачи управления запасами.
4. Задачи об использовании оборудования.
5. Уравнения Беллмана.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

52. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
53. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
54. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **Практическое занятие 9. По теме: Понятие и классификация СМО.**

#### **Вопросы:**

1. Процессы обслуживания.
2. Показатели эффективности.
3. Процессы с дискретным и непрерывным состоянием.
4. Потоки событий.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

55. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
56. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
57. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **Практическое занятие 10. По теме: Методы решения задач ТМО**

#### **Вопросы:**

1. Граф случайного процесса.
2. Матрицы переходов.
3. Предельные вероятности состояний.
4. Одноканальные и многоканальные системы.
5. Процессы гибели и размножения.
6. Системы с отказами и с ожиданием.

### **Дополнительные источники и литература для подготовки:**

58. Северцев, Н. А. Исследование операций: принципы принятия решений и обеспечение безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. Н. Катулев; под редакцией П. С. Краснощекова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 319 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07581-6. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/473285>
59. Исследование операций в экономике: учебник для вузов / под редакцией Н. Ш. Кремера. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 414 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12800-0. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/468404>
60. Исследование операций в экономике.: учебник для бакалавров/ Новиков А. И. — 2-е изд. — Москва: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К», 2020. — 352 с. — ISBN 978-5-394-03813-6. — Текст.: электронный. — URL: <http://znanium.com/catalog/product/1081677>

### **МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ**

*Самостоятельная работа*, наряду с аудиторными занятиями, является неотъемлемой частью изучения дисциплины. Приступая к изучению дисциплины,

студенты должны ознакомиться с учебной программой, учебной, научной и методической литературой, имеющейся в библиотеке, получить в библиотеке рекомендованные учебники и учебно-методические пособия, завести тетради для конспектирования лекций и практических занятий.

К видам самостоятельной работы в рамках обучения относятся:

- самостоятельный поиск и изучение научных материалов в рамках курса, в том числе при подготовке к практическим занятиям;
- анализ изученных материалов и подготовка устных докладов и контрольной работы в соответствии с выбранной для этого вида работы темой;
- самостоятельное изучение определенных разделов и тем дисциплины;
- подготовка к аудиторным занятиям;
- подготовка к промежуточному, текущему контролю знаний и навыков (в т.ч. к контрольным работам, тестированию и т.п.);
- подготовка к зачету или экзамену.

При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. При подготовке к зачету повторять пройденный материал в соответствии с учебной программой, примерным перечнем учебных вопросов, выносящихся на зачет и содержащихся в данной программе. Использовать конспект лекций и литературу, рекомендованную преподавателем.

