

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНТРАНС РОССИИ)
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)
ФГБОУ ВО «САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»
(ФГБОУ ВО СПбГУ ГА)



УТВЕРЖДАЮ

Первый
проректор-проректор
по учебной работе

Н.Н. Сухих

2018 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Исследование операций

Направление подготовки
01.03.04 Прикладная математика

Направленность программы (профиль)
Математическое и программное обеспечение систем управления

Квалификация выпускника
бакалавр

Форма обучения
очная

Санкт-Петербург
2018

1 Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Исследование операций» являются формирование знаний, умений и навыков для понимания и оценки существующих алгоритмов в области теории принятия оптимальных решений, разработки новых методов и подходов, способности применять освоенный математический аппарат для оптимизации конкретных практических процессов, в частности в сферах транспортной логистики и экономики.

Задачами освоения дисциплины «Исследование операций» являются:

- знакомство обучающихся с основными понятиями исследования операций;
- рассмотрение различных реальных оптимизационных процессов;
- классификация задач в области исследования операций;
- обзор основных математических методов, применяемых для решения задач исследования операций;
- анализ известных алгоритмов теории принятия оптимальных решений.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к научно-исследовательскому виду профессиональной деятельности.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Исследование операций» представляет собой дисциплину, относящуюся к Вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Исследование операций» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Теория управления», «Теория графов и математическая логика», «Линейное и динамическое программирование», «Теория игр», «Математическое моделирование», «Методы оптимизации», «Теория случайных процессов и основы теории массового обслуживания», «Теория вероятностей и математическая статистика».

Дисциплина «Исследование операций» является обеспечивающей для подготовки к сдаче и сдаче государственного экзамена, подготовке к процедуре защиты и процедуре защиты выпускной квалификационной работы, Преддипломной практики.

Дисциплина изучается в 8 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Исследование операций» направлен на формирование следующих компетенций:

| Перечень и код компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|--|--|
| Готовностью к самостоятельной работе (ОПК-1) | Знать: - основные понятия теории исследования операций. |

| Перечень и код компетенций | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине |
|--|---|
| | <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - выбирать оптимальные методы решения задач по исследованию операций. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - современными алгоритмами выработки оптимальных решений. |
| Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9) | <p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные математические подходы, применяемые для проведения исследования операций. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - сводить прикладные задачи к задачам исследования операций. <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами формализации прикладных задач и представления их в форме задач на исследование операций. |

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

| Наименование | Всего часов | Семестр |
|---|-------------|---------|
| | | 8 |
| Общая трудоемкость дисциплины | 108 | 108 |
| Контактная работа: | 50,5 | 50,5 |
| лекции | 20 | 20 |
| практические занятия | 20 | 20 |
| семинары | - | - |
| лабораторные работы | 10 | 10 |
| курсовой проект (работа) | - | - |
| Самостоятельная работа студента | 22 | 22 |
| Промежуточная аттестация: | 36 | 36 |
| контактная работа | 0,5 | 0,5 |
| самостоятельная работа по подготовке к зачету с оценкой | 35,5 | 35,5 |

5 Содержание дисциплины

5.1 Соотнесения тем (разделов) дисциплины и формируемых компетенций

| Темы (разделы) дисциплины | Количество часов | Компетенции | | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---|------------------|-------------|------|----------------------------|--------------------|
| | | ОПК-1 | ПК-9 | | |
| Тема 1. Основные понятия теории исследования операций и теории принятия оптимальных решений | 8 | + | + | ВК, Л, ПЗ, СРС | У, ПАР |
| Тема 2. Применение методов математического программирования в теории принятия оптимальных решений | 18 | | + | Л, ПЗ, ЛР, СРС | У, ПАР |
| Тема 3. Теоретико-игровой процесс принятия оптимального решения | 18 | | + | Л, ПЗ, ЛР, СРС | У, ПАР |
| Тема 4. Вероятностные модели принятия оптимальных решений | 20 | | + | Л, ПЗ, ЛР, СРС | У, ПАР |
| Тема 5. Нелинейные модели принятия оптимальных решений | 8 | | + | Л, ПЗ, ЛР, СРС | У, ПАР |
| Всего по дисциплине | 72 | | | | |
| Промежуточная аттестация | 36 | | | | |
| Итого по дисциплине | 108 | | | | |

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, ВК – входной контроль, ПАР – письменная аудиторная работа, У – устный опрос, ЛР – лабораторная работа.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

| Наименование темы (раздела) дисциплины | Л | ПЗ | С | ЛР | СРС | КР | Всего часов |
|---|---|----|---|----|-----|----|-------------|
| Тема 1. Основные понятия теории исследования операций и теории принятия оптимальных решений | 2 | 2 | | | 4 | | 8 |

| Наименование темы (раздела) дисциплины | Л | ПЗ | С | ЛР | СРС | КР | Всего часов |
|---|----|----|---|----|-----|----|-------------|
| Тема 2. Применение методов математического программирования в теории принятия оптимальных решений | 6 | 6 | | 4 | 2 | | 18 |
| Тема 3. Теоретико-игровой процесс принятия оптимального решения | 4 | 4 | | 2 | 8 | | 18 |
| Тема 4. Вероятностные модели принятия оптимальных решений | 6 | 6 | | 2 | 6 | | 20 |
| Тема 5. Нелинейные модели принятия оптимальных решений | 2 | 2 | | 2 | 2 | | 8 |
| Всего по дисциплине | 20 | 20 | | 10 | 22 | | 72 |
| Промежуточная аттестация | | | | | | | 36 |
| Итого по дисциплине | | | | | | | 108 |

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, С – семинар, ЛР – лабораторная работа, КР – курсовая работа.

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Основные понятия теории исследования операций и теории принятия оптимальных решений

Понятие оптимального решения. Обзор основных типов оптимизационных моделей и используемых для оптимизации математических методов. Классификация оптимизационных задач. Проблема локальности и глобальности экстремума. Примеры необходимых и достаточных условий оптимальности. Проблема многоэкстремальности. Проблема наличия случайных факторов, множества вариантов, разумного противника и т.п. Использование экспертных оценок для принятия оптимального решения. Примеры оптимизационных задач.

Тема 2. Применение методов математического программирования в теории принятия оптимальных решений

Примеры оптимизационных задач, сводящихся к математическому программированию. Использование методов линейного, дискретного и динамического программирования. Сетевое моделирование. Детерминированные модели управления запасами.

Тема 3. Теоретико-игровой процесс принятия оптимального решения

Примеры практических задач, оптимизация в которых осуществляется посредством теоретико-игрового подхода. Чистые и смешанные стратегии. Равно-

весные состояния. Игры с полной и неполной информацией. Коалиционные и бескоалиционные игры. Антогонистические и неантогонистические игры. Принятие решений в условиях определенности, неопределенности и риска.

Тема 4. Вероятностные модели принятия оптимальных решений

Примеры стохастических оптимизационных задач. Методы прогнозирования. Вероятностное динамическое программирование. Системы массового обслуживания. Применение Марковских случайных процессов для принятия решения. Вероятностные модели управления запасами. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло.

Тема 5. Нелинейные модели принятия оптимальных решений

Примеры нелинейных оптимизационных задач. Аналитические и численные методы решения задач нелинейного программирования.

5.4 Практические занятия (семинары)

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
| 1 | Практическое занятие № 1. Примеры многоэкстремальных задач. | 2 |
| 2 | Практическое занятие № 2. Методы линейного программирования в теории принятия оптимальных решений. | 2 |
| | Практическое занятие № 3. Методы динамического программирования в теории принятия оптимальных решений. | 2 |
| | Практическое занятие № 4. Методы дискретного и сетевого программирования в теории принятия оптимальных решений. | 2 |
| 3 | Практическое занятие № 5. Принятие оптимальных решений в условиях определенности. | 2 |
| | Практическое занятие № 6. Принятие оптимальных решений в условиях неопределенности и риска. | 2 |
| 4 | Практическое занятие № 7. Модели прогнозирования. | 2 |
| | Практическое занятие № 8. Стохастическое программирование. | 2 |
| | Практическое занятие № 9. Имитационное моделирование. | 2 |
| 5 | Практическое занятие № 10. Методы нелиней- | 2 |

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий (семинаров) | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|--|---------------------|
| | ного программирования в теории принятия оптимальных решений. | |
| Итого по дисциплине | | 20 |

5.5 Лабораторный практикум

| Номер темы дисциплины | Наименование лабораторных работ | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
| 2 | Лабораторная работа № 1-2. Применение методов математического программирования в теории принятия оптимальных решений. | 4 |
| 3 | Лабораторная работа № 3. Применение методов теории игр для принятия оптимальных решений. | 2 |
| 4 | Лабораторная работа № 4. Принятие оптимальных решений в условиях неопределенности. | 2 |
| 5 | Лабораторная работа № 5. Нелинейные модели принятия решений. | 2 |
| Итого по дисциплине | | 10 |

5.6 Самостоятельная работа

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|--|---------------------|
| 1 | 1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1-4,9]. 2. Подготовка к устному опросу и письменной аудиторной работе. | 4 |
| 2 | 1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 2, 5]. 2. Подготовка к устному опросу и письменной аудиторной работе. | 2 |
| 3 | 1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1-4,7]. 2. Подготовка к устному опросу и письменной аудиторной работе. | 8 |
| 4 | 1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1, 3, 5]. 2. Подготовка к устному опросу и письменной аудиторной работе. | 6 |

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
| 5 | 1. Поиск, анализ информации и проработка учебного материала [1-4, 6,8]. 2. Подготовка к устному опросу и письменной аудиторной работе. | 2 |
| Итого по дисциплине | | 22 |

5.7 Курсовые работы

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Ржевский, С.В. **Исследование операций** [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.В. Ржевский. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 480 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/32821> . — Загл. с экрана.

2. Горлач, Б.А. **Исследование операций** [Электронный ресурс] : учебное пособие / Б.А. Горлач. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 448 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4865> . — Загл. с экрана.

3. Кочегурова, Е. А. **Теория и методы оптимизации** : учебное пособие для академического бакалавриата / Е. А. Кочегурова. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 133 с. — (Серия : Университеты России). — ISBN 978-5-534-10090-7. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/81138134-E61E-47F5-9D95-EFA409E1BF62 . — Загл. с экрана.

б) дополнительная литература:

4. Трухан, А.А. **Линейная алгебра и линейное программирование** [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Трухан, В.Г. Ковтуненко. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/99214> . — Загл. с экрана.

5. Палий, И. А. **Линейное программирование** : учебное пособие для академического бакалавриата / И. А. Палий. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 175 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04716-5. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/327FEF01-D1E7-41D5-BF05-4DB367826557 . — Загл. с экрана.

в) перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

6 Научное сообщество [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mathinfinity.net.ru/>, свободный (дата обращения: 17.01.2018).

г) программное обеспечение (лицензионное), базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

7 Единое окно доступа к образовательным ресурсам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 17.01.2018).

8 Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://elibrary.ru/>, свободный (дата обращения: 17.01.2018).

9 Электронно-библиотечная система издательства «Лань» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>, свободный (дата обращения: 17.01.2018).

7 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Компьютерные классы кафедры №8 (ауд.: 800, 801, 803, 804) с доступом в Интернет, переносной проектор.

Информационно-справочные и материальные ресурсы библиотеки СПбГУ ГА.

Лицензионное программное обеспечение: Microsoft Office.

8 Образовательные и информационные технологии

Дисциплина «Исследование операций» предполагает использование следующих образовательных технологий: входной контроль, лекции, практические занятия, лабораторные работы и самостоятельная работа студента.

Входной контроль проводится преподавателем в начале изучения дисциплины с целью коррекции процесса усвоения студентами дидактических единиц. Он осуществляется по вопросам дисциплин, на которых базируется дисциплина «Исследование операций» (п.2).

Лекция как образовательная технология представляет собой устное, систематически последовательное изложение преподавателем учебного материала с целью организации целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению знаниями, умениями и навыками читаемой дисциплины.

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий, на основе современных информационных и образовательных технологий, что, в сочетании с внеаудиторной работой, приводит к формированию и развитию профессиональных компетенций обучающихся. Это позволяет учитывать

как исходный уровень знаний студентов, так и существующие методические, организационные и технические возможности обучения.

Практическое занятие обеспечивает связь теории и практики, содействует выработке у обучающихся умений и навыков применения знаний, полученных на лекции и в ходе самостоятельной работы.

Лабораторная работа обеспечивает изучение и исследование характеристик некоторого заданного объекта.

Самостоятельная работа студента позволяет сформировать навыки самостоятельного приобретения обучающимися знаний по некоторым несложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций, лабораторных работ и практических занятий.

Использование консультационных часов позволяет индивидуализировать занятия со студентами, проконтролировать освоение учебного материала. Успешное освоение материала курса предполагает большую самостоятельную работу и систематический контроль хода этой работой.

В рамках изучения дисциплины «Исследование операций» предполагается использовать в качестве информационных технологий среду Microsoft Office.

9 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде зачета с оценкой.

Текущий контроль успеваемости включает устные опросы и письменные аудиторские работы. Устный опрос проводится на практических занятиях в течение не более 10 минут с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

Письменная аудиторская работа проводится по темам практических занятий в соответствии с данной программой и предназначен для проверки способности обучающихся решать задачи по темам дисциплины. Контроль выполнения задания, выдаваемого на самостоятельную работу, преследует собой цель своевременного выявления плохо усвоенного материала дисциплины для последующей корректировки или организации обязательной консультации.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде зачета с оценкой в 8 семестре. К моменту сдачи зачета с оценкой должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет с оценкой позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

9.1 Балльно-рейтинговая система оценки текущего контроля успеваемости и знаний и промежуточной аттестации студентов

| Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций | Количество баллов | | Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра) | Примечание |
|--|----------------------|-----------------------|---|------------|
| | минимальное значение | максимальное значение | | |
| Контактная работа | | | | |
| <i>Аудиторные занятия</i> | | | | |
| Лекция №1 (Тема 1) | 0,5 | 1 | 1 | |
| Практическое занятие №1 (Тема 1) | 6,5 | 8 | 1 | |
| Лекция №2 (Тема 2) | 0,5 | 1 | 1 | |
| Практическое занятие №2 (Тема 2) | 0,5 | 1 | 2 | |
| Лекция №3 (Тема 2) | 0,5 | 1 | 2 | |
| Практическое занятие №3 (Тема 2) | 1,5 | 3 | 3 | |
| Лабораторная работа №1 (Тема 2) | 1 | 3 | 3 | |
| Лекция №4 (Тема 2) | 0,5 | 1 | 3 | |
| Практическое занятие №4 (Тема 2) | 5,5 | 6 | 4 | |
| Лабораторная работа №2 (Тема 2) | 1 | 3 | 4 | |
| Лекция №5 (Тема 3) | 0,5 | 1 | 5 | |
| Практическое занятие №5 (Тема 3) | 1,5 | 3 | 5 | |
| Лекция №6 (Тема 3) | 0,5 | 1 | 5 | |
| Практическое занятие №6 (Тема 3) | 5,5 | 6 | 6 | |
| Лабораторная работа №3 (Тема 3) | 1 | 3 | 6 | |
| Лекция №7 (Тема 4) | 0,5 | 1 | 7 | |
| Практическое занятие №7 (Тема 4) | 1,5 | 3 | 7 | |
| Лекция №8 (Тема 4) | 0,5 | 1 | 7 | |
| Практическое занятие №8 (Тема 4) | 0,5 | 1 | 8 | |
| Лекция №9 (Тема 4) | 0,5 | 1 | 8 | |
| Практическое занятие №9 (Тема 4) | 5,5 | 6 | 9 | |
| Лабораторная работа №4 (Тема 4) | 1 | 3 | 9 | |
| Лекция №10 (Тема 5) | 0,5 | 1 | 9 | |
| Практическое занятие №10 (Тема 5) | 6,5 | 8 | 10 | |
| Лабораторная работа №5 (Тема 5) | 1 | 3 | 10 | |
| Итого по обязательным видам занятий | 45 | 70 | | |
| Зачет с оценкой | 15 | 30 | | |
| Итого по дисциплине | 60 | 100 | | |
| <i>Премияльные виды деятельности (для учета при определении рейтинга)</i> | | | | |
| Научные публикации по темам дисциплины | | 10 | | |
| Участие в конференциях по темам дисциплины | | 10 | | |
| Итого дополнительно премияльных баллов | | 20 | | |
| Всего по дисциплине для рейтинга | | 120 | | |
| Перевод баллов балльно-рейтинговой системы в оценку | | | | |

| Тема/вид учебных занятий (оценочных заданий), позволяющих студенту продемонстрировать достигнутый уровень сформированности компетенций | Количество баллов | | Срок контроля (порядковый номер недели с начала семестра) | Примечание |
|--|-----------------------------------|-----------------------|---|------------|
| | минимальное значение | максимальное значение | | |
| по «академической» шкале | | | | |
| Количество баллов по БРС | Оценка (по «академической» шкале) | | | |
| 90 и более | 5 – «отлично» | | | |
| 75÷89 | 4 – «хорошо» | | | |
| 60÷74 | 3 – «удовлетворительно» | | | |
| менее 60 | 2 – «неудовлетворительно» | | | |

9.2 Методические рекомендации по проведению процедуры оценивания знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Посещение студентом лекционного занятия с ведением конспекта оценивается в 0,5 баллов. Активное участие в обсуждении вопросов в ходе лекции – до 0,5 баллов.

Посещение практического занятия с ведением конспекта оценивается от 0,5 до 1 баллов. Устный опрос от 1 до 2 баллов. Письменная аудиторная работа от 5 до 6 баллов. Выполнение лабораторной работы от 1 до 3 баллов.

9.3 Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Написание курсовых работ (проектов) учебным планом не предусмотрено.

9.4 Контрольные вопросы для проведения входного контроля остаточных знаний по обеспечивающим дисциплинам

- дать определение экстремума функции и функционала, локального и глобального;
- дать определение и сформулировать необходимые и достаточные условия безусловного экстремума гладкой функции и функционала;
- дать определение условного экстремума и описать метод множителей Лагранжа;
- сформулировать понятие математического программирования, в частности задачи линейного, дискретного, динамического и сетевого программирования;
- сформулировать основные методы и идеи теории игр, дать определение чистым и смешанным стратегиям;
- сформулировать основные понятия теории случайных процессов и теории массового обслуживания;

- описать математическую модель графа;
- сформулировать критерии управляемости динамических систем;
- дать определение линейных и нелинейных моделей.

9.5 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

| Критерий | Этапы формирования | Показатель |
|---|---------------------|---|
| <i>Готовность к самостоятельной работе (ОПК-1)</i> | | |
| Знать: - основные понятия теории исследования операций. | 1 этап формирования | – Знание основ теории оптимизации. |
| | 2 этап формирования | – Знание основных понятий и постановок задач в области исследования операций. |
| Уметь: - выбирать адекватные методы решения задач по исследованию операций. | 1 этап формирования | Умение классифицировать задачи исследования операций. |
| | 2 этап формирования | – Умение выбирать наиболее эффективный метод решения тех или иных задач на исследование операций. |
| Владеть: - современными алгоритмами выработки оптимальных решений. | 1 этап формирования | – Владение информацией об основных алгоритмах в области оптимизации. |
| | 2 этап формирования | – Владение методами выработки оптимальных решений в условиях неопределенности. |
| <i>Способность выявить естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, готовностью использовать для их решения соответствующий естественнонаучный аппарат (ПК-9)</i> | | |
| Знать: - принципы и методы построения моделей динамических систем управления. | 1 этап формирования | – Знание основных математических методов, применяемых для решения оптимизационных задач. |
| | 2 этап форми- | – Знание основных принципов |

| Критерий | Этапы формирования | Показатель |
|---|---------------------|---|
| | рования | оценки эффективности того или иного метода при решении задач на исследование операций. |
| Уметь: – проанализировать результат и скорректировать математическую модель задачи теории управления. | 1 этап формирования | – Умение моделировать различные процессы в физике, технике, экономике и транспортной логистике. |
| | 2 этап формирования | – Умение формулировать критерии качества процесса. |
| Владеть: - математическим аппаратом описания и исследования различных классов управляемых динамических систем. | 1 этап формирования | – Владение основными принципами математического моделирования. |
| | 2 этап формирования | – Владение основными методами формализации оптимизационных задач и представления их в форме задач на исследование операций. |

Характеристики шкалы оценивания приведены ниже.

1. Максимальное количество баллов за зачет с оценкой – 30. Минимальное количество баллов за зачет с оценкой – 15 баллов.

2. При наборе менее 15 баллов – зачет с оценкой не сдан по причине недостаточного уровня знаний.

3. Зачет с оценкой выставляется как сумма набранных баллов за ответы на вопросы, вынесенные на промежуточную аттестацию.

4. Ответы на вопросы оцениваются следующим образом:

– *1 балл*: отсутствие продемонстрированных знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта (нет ответа на вопрос) или отказ от ответа;

– *2 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, демонстрация фрагментарных знаний в рамках образовательного стандарта, незнание лекционного материала;

– *3 балла*: нет удовлетворительного ответа на вопрос, много наводящих вопросов, отсутствие ответов по основным положениям вопроса, незнание лекционного материала;

– *4 балла*: ответ удовлетворительный, оценивается как минимально необходимые знания по вопросу, при этом студентом продемонстрировано хотя бы минимальное знание всех разделов вопроса в пределах лекционного материала. При этом студентом демонстрируется достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

– 5 баллов: ответ удовлетворительный, достаточные знания в объеме учебной программы, ориентированные на воспроизведение; использование научной (технической) терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

– 6 баллов: ответ удовлетворительный, студент достаточно ориентируется в основных аспектах вопроса, демонстрирует полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

– 7 баллов: ответ хороший (достаточное знание материала), но требовались наводящие вопросы, студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

– 8 баллов: ответ хороший, ответом достаточно охвачены все разделы вопроса, единичные наводящие вопросы; студент демонстрирует способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;

– 9 баллов: систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы; студент демонстрирует способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы;

– 10 баллов: ответ на вопрос полный, не было необходимости в дополнительных (наводящих вопросах); студент демонстрирует систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы.

5. Решение задачи оценивается следующим образом:

– 10 баллов: задание выполнено на 91-100 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, уверенно и правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 9 баллов: задание выполнено на 86-90 %, решение и ответ аккуратно оформлены, выводы обоснованы, дана правильная и полная интерпретация выводов, студент аргументировано обосновывает свою точку зрения, правильно отвечает на вопросы преподавателя;

– 8 баллов: задание выполнено на 81-85 %, ход решения правильный, незначительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает верные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает некоторые затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 7 баллов: задание выполнено на 74-80 %, ход решения правильный, значительные погрешности в оформлении; правильная, но не полная интерпретация выводов, студент дает правильные, но не полные ответы на вопросы преподавателя, испытывает определенные затруднения в интерпретации полученных выводов;

– 6 баллов: задание выполнено 66-75 %, подход к решению правильный, есть ошибки, оформление с незначительными погрешностями, неполная интер-

претация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 5 баллов: задание выполнено на 60-65 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 4 балла: задание выполнено на 55-59 %, подход к решению правильный, есть ошибки, значительные погрешности при оформлении, неполная интерпретация выводов, не все ответы на вопросы преподавателя правильные, не способен интерпретировать полученные выводы;

– 3 балла: задание выполнено на 41-54 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, неправильная интерпретация выводов, студент дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 2 балла: задание выполнено на 20-40 %, решение содержит грубые ошибки, неаккуратное оформление работы, выводы отсутствуют; не может прокомментировать ход решения задачи, дает неправильные ответы на вопросы преподавателя;

– 1 балл: задание выполнено менее, чем на 20 %, решение содержит грубые ошибки, студент не может прокомментировать ход решения задачи, не способен сформулировать выводы по работе.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Типовые вопросы для устного опроса

1. Определение оптимального решения.
2. Какие существуют оптимизационные задачи?
3. Определение локального и глобального экстремума.
4. Перечислите методы линейного программирования.
5. Перечислите методы дискретного программирования.

Типовые задания для письменной аудиторной работы

1. Из листа металла необходимо изготовить цилиндрическую емкость. Она должна иметь заданный объем. Нужно выбрать геометрические размеры емкости такими, чтобы количество израсходованного металла на ее изготовление было минимальным.

2. Проектируется распределенная информационная система, позволяющая собирать в диспетчерский пункт (ДП) информацию от заданных объектов, расположение которых на местности фиксировано и известно. Требуется найти такое расположение ДП, при котором общая длина проводной линии, связывающей объекты с ДП, была бы минимальной.

3. Оборудование предприятия позволяет выпускать два вида продукции. На ее изготовление идет пять видов сырья, запасы которых ограничены и зада-

ны. Расход сырья на выпуск единицы продукции каждого вида, а также прибыль от ее реализации, известны. Требуется найти такой план выпуска продукции каждого вида, при котором общая прибыль от реализации всей продукции была бы максимальной.

4. Рассматриваются искусственный спутник Земли и задача о переориентации его в плоскости путем управления тягой пары реактивных двигателей. Требуется найти закон изменения тяги двигателей, при котором спутник из произвольного начального направления будет переведен в заданное направление за минимальное время.

5. Производственная мощность цеха сборки некоторого изделия составляет 120 шт. типа P1 и 360 шт. типа P2 в смену. Технический контроль может пропустить в сутки не более 200 изделий того и другого типа. Доход от реализации изделий P2 в 4 раза выше, чем от реализации P1. Определить план выпуска изделий, при котором будет обеспечена наибольшая прибыль.

6. Предприятие выпускает две модели электронных блоков B1 и B2, причем каждая модель производится на отдельной технологической линии. Первая линия может выпускать 60 изделий в сутки, вторая – 75. В производстве обеих моделей используются однотипные узлы, суточный запас которых ограничен – он не может превышать 1000 штук. Причем на один блок 1-й модели расходуется 10 узлов указанного типа, а для 2-й модели – 8 узлов. Прибыль от реализации одного блока 1-й модели равна 30 у.е., а второй – 20 у.е. Определить оптимальные суточные объемы производства.

7. Фирма имеет возможность рекламировать свою продукцию через радио- и телевизионную сеть. Для этих целей из бюджета фирмы выделяется 1000 у.е. в месяц. Каждая минута радиорекламы стоит 5 у.е., а телерекламы – 100 у.е. Опыт показывает, что объем сбыта, который обеспечивает каждая минута телерекламы, в 25 раз больше сбыта, обеспечиваемого одной минутой радиорекламы. Определить оптимальное распределение средств между радио- и телерекламой.

8. На предприятии изготавливаются изделия двух видов. Процесс изготовления каждого из них осуществляется последовательно в трех цехах. Время обработки и прибыль от продажи одного изделия каждого вида заданы. Рабочее время составляет 8 ч в сутки. Найти оптимальные объемы производства изделий каждого вида.

9. При откормке животных каждое из них ежедневно должно получить не менее 60 ед. питательного вещества А, не менее 50 ед. вещества В и не менее 12 ед. вещества С. Использоваться могут три вида корма. Содержание питательных веществ А, В, С в каждом из них задано (ед./кг): 1, 3, 4 (в 1 корме), 2, 4, 2 (во 2 корме), 1, 4, 3 (в 3 корме), соответственно. Составить дневной рацион, обеспечивающий получение необходимого количества питательных веществ при минимальных денежных затратах, если цена кормов 1-го, 2-го и 3-го видов составляет соответственно 9, 12 и 10 у.е.

10. Для производства чугунного литья используется *n* различных исходных шихтовых материалов (чугун различных марок, стальной лом, феррофосфор и др.). Химический состав чугунного литья определяется содержанием в нем хи-

мических элементов (кремния, марганца, фосфора и др.). Готовый чугун должен иметь строго определенный химический состав, который задается величинами H_j , представляющими собой доли (%) j -го химического элемента в готовом продукте. При этом известны величины: h_{ij} – содержание (%) j -го химического элемента в i -м исходном шихтовом материале; c_i – цена единицы каждого i -го шихтового материала. Определить состав шихты, обеспечивающей получение литья заданного качества при минимальной общей стоимости используемых шихтовых материалов.

11. Имеются заготовки в виде листов материала определенного размера. Из них нужно накроить детали четырех видов: А – 6 шт., Б – 15 шт., В – 25 шт., Г – 10 шт. Известны три способа раскроя заготовки. Количество деталей каждого вида, получаемых при этих способах раскроя: 3, 2, 1, 1 (1 раскрой), 2, 4, 1, 2 (2 раскрой), 2, 1, 1, 4 (3 раскрой). Найти оптимальный план раскроя заготовки, т.е. количество заготовок, при котором должно быть получено заданное количество деталей каждого вида из минимального количества заготовок.

12. Имеется 2 предприятия А1 и А2, в которых производится однородная продукция. Количество ежедневно производимой продукции в каждом из них задано: 120 (в А1), 90 (в А2). Эту продукцию нужно доставить в 4 пункта потребления: В1, В2, В3, В4. Их ежедневные объемы потребления заданы: 40 (В1), 20 (В2), 80 (В3), 70 (В4). Требуется найти оптимальный план перевозок, определяющий количество продукции, перевозимой из пункта А $_i$ в пункт В $_j$ ($i = 1, 2; j = 1, \dots, 4$). Этот план должен обеспечивать минимальные общие затраты на перевозки. При этом задана стоимость перевозки единицы продукции из каждого пункта отправления в каждый пункт доставки: 2, 4, 1, 1 (из А1 в В1, В2, В3, В4, соответственно), 4, 3, 2, 2 (из А2 в В1, В2, В3, В4, соответственно).

13. В цехе имеется два участка А1 и А2 по контролю и настройке производимой электронной аппаратуры четырех разновидностей: В1, В2, В3, В4. Известно, что оборудование участков и квалификация работающих там специалистов таковы, что на участке А1 на наладку одного изделия вида В1, В2, В3, В4 требуется время (ч): 2, 4, 3, 7, соответственно, а на участке А2 – 4, 3, 2, 5. Поступило задание: провести настройку 7 изделий вида В1, 10 изделий – В2, 14 изделий – В3 и 9 изделий – В4. Как распределить эти изделия по участкам, чтобы общие затраты времени на их настройку были минимальными?

Перечень типовых вопросов для проведения промежуточной аттестации по дисциплине в форме зачета с оценкой

1. Основные понятия теории исследования операций и теории принятия оптимальных решений. Понятие оптимального решения.
2. Обзор основных типов оптимизационных моделей и используемых для оптимизации математических методов. Классификация оптимизационных задач.
3. Проблема локальности и глобальности экстремума. Примеры необходимых и достаточных условий оптимальности.
4. Проблема многоэкстремальности.

5. Проблема наличия случайных факторов, множества вариантов, разумного противника и т.п.
6. Использование экспертных оценок для принятия оптимального решения.
7. Примеры оптимизационных задач.
8. Примеры оптимизационных задач, сводящихся к математическому программированию.
9. Использование методов линейного программирования.
10. Использование методов дискретного программирования.
11. Использование методов динамического программирования.
12. Сетевое моделирование.
13. Детерминированные модели управления запасами.
14. Примеры практических задач, оптимизация в которых осуществляется посредством теоретико-игрового подхода.
15. Чистые и смешанные стратегии.
16. Равновесные состояния.
17. Игры с полной и неполной информацией.
18. Коалиционные и бескоалиционные игры.
19. Антогонистические и неантогонистические игры.
20. Принятие решений в условиях определенности, неопределенности и риска.
21. Примеры стохастических оптимизационных задач.
22. Методы прогнозирования.
23. Вероятностное динамическое программирование.
24. Системы массового обслуживания.
25. Применение Марковских случайных процессов для принятия решения.
26. Вероятностные модели управления запасами.
27. Имитационное моделирование. Метод Монте-Карло.
28. Примеры нелинейных оптимизационных задач.
29. Аналитические и численные методы решения задач нелинейного программирования.

Типовая задача для промежуточной аттестации

Есть 5 станков (А, В, С, D, Е), на которых обрабатываются 2 детали. Зада-на последовательность и время обработки каждой детали на каждом из станков:

| | | | | | | |
|--------|-------------------|---|---|---|---|---|
| Дет. 1 | Послед. обработки | А | В | С | D | Е |
| | Время об-работки | 3 | 5 | 4 | 2 | 1 |
| Дет. 2 | Послед. обработки | Е | А | В | D | С |
| | Время об-работки | 2 | 4 | 2 | 3 | 7 |

Определить оптимальный порядок обработки деталей на различных станках.

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Методика преподавания дисциплины «Исследование операций» характеризуется совокупностью методов, приемов и средств обучения, обеспечивающих реализацию содержания и учебно-воспитательных целей дисциплины, которая может быть представлена как некоторая методическая система, включающая методы, приемы и средства обучения. Такой подход позволяет более качественно подойти к вопросу освоения дисциплины обучающимися.

Лекции являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся по дисциплинам вообще и по дисциплине «Исследование операций» в частности. Будучи по содержанию теоретическими, прикладными и методическими, по данной дисциплине они являются *теоретическими*. По назначению: *вводными, тематическими и заключительными*.

Методика преподавания лекционного курса дисциплины строится на использовании конкретной, оптимальной для нее методической системы. Методическая система есть сумма методов, приемов и средств обучения. Основой для построения системы служат дидактические принципы высшей школы, педагогическая психология и обобщенный опыт преподавания дисциплины.

При проведении лекций преподаватель опирается на базовые знания студентов по общенаучным дисциплинам с тем, чтобы основное время уделить специфическим вопросам дисциплины, а не повторению пройденного ранее материала. В процессе подготовки к лекции и в ходе ее изложения важным является развитие интереса обучающихся к преподаваемой дисциплине.

Интерес к изучению учебного материала достигается на лекции применением *комплекса методических приемов*: четкой формулировкой темы, разъяснением важности знания учебного материала для дальнейшей практической деятельности; выделением в изучаемом материале главного; созданием на занятиях хорошего эмоционального настроения; использованием творческого характера заданий на самостоятельную работу, выдаваемых обучающимся.

В зависимости от специфики преподаваемых дисциплин практические занятия условно можно разделить на две группы. Основным содержанием первой группы занятий является решение задач, производство расчетов, разработка документов, выполнение графических и других работ, второй группы – овладение методикой анализа и принятия решений.

Любое практическое занятие начинается, как правило, с формулирования его целевых установок. Понимание обучающимися целей и задач занятия, его значения для специальной подготовки способствует повышению интереса к занятию и активизации работы по овладению учебным материалом.

Вслед за этим производится краткое рассмотрение основных теоретических положений, которые являются исходными для работы обучаемых на дан-

ном занятии. Обычно это делается в форме опроса обучаемых, который служит также средством контроля за их самостоятельной работой. Обобщение вопросов теории может быть поручено также одному из обучаемых. В этом случае соответствующее задание дается заранее всей учебной группе, что служит дополнительным стимулом в самостоятельной работе. В заключении преподаватель дает оценку ответов обучаемых и приводит уточненную формулировку теоретических положений.

Основную часть практического занятия составляет работа обучаемых по выполнению учебных заданий под руководством преподавателя. Эффективность этой части занятия зависит от ряда условий. Прежде всего, требуется тщательная разработка учебных заданий. По своему содержанию каждое задание должно быть логическим развитием основной идеи дисциплины и учитывать специальность подготовки обучаемых. Наряду с этим в задании необходимо предусмотреть использование и закрепление знаний, навыков и умений, полученных при изучении смежных дисциплин, т.е. учесть принцип комплексности в обучении.

Практические занятия, закрепляя и углубляя знания, в то же время должны всемерно содействовать развитию мышления обучаемых. Наиболее успешно это достигается в том случае, когда учебное задание содержит элементы проблемности, т.е. возможность неоднозначных решений или ответов, побуждающих обучаемых самостоятельно рассуждать, искать ответы и т.п. Постановка на занятиях проблемных задач и вопросов требует соответствующей подготовки преподавателя. Готовясь к занятию, он должен заранее наметить все вопросы, имеющие проблемный характер, продумать четкую их формулировку и оптимальные варианты решения с активным участием обучаемых.

Лабораторные работы направлены на обобщение, систематизацию и закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины и на развитие аналитических умений обучающихся.

В современных условиях перед студентом стоит важная задача – научиться работать с массивами информации. Обучающимся необходимо развивать в себе способность и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения. Для достижения этой цели, в вузе организуется самостоятельная работа обучающихся. Кроме того, современное обучение предполагает, что существенную часть времени в освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно.

Завершающим этапом самостоятельной работы является подготовка к сдаче зачета с оценкой по дисциплине, предполагающая интеграцию и систематизацию всех полученных при изучении учебной дисциплины знаний.

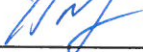
Зачет с оценкой (промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины «Исследование операций») позволяет определить уровень освоения обучающимся компетенций (п. 9.5) за период изучения данной дисциплины. Зачет с оценкой предполагает ответы на 2 теоретических вопроса из перечня вопросов, вынесенных на промежуточную аттестацию, а также решение задачи (п. 9.6).

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.04 «Прикладная математика».

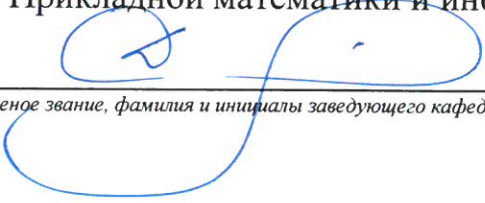
Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры №8 Прикладной математики и информатики

« 18 » января 2018 года, протокол № 6.

Разработчики:

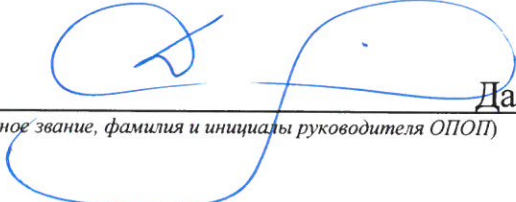
к.ф.-м.н., доцент  Платонов А.В.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 8 Прикладной математики и информатики

к.т.н., доцент  Далингер Я.М.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доцент  Далингер Я.М.
(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета « 14 » сентября 2018 года, протокол № 5.