

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
Санкт-Петербургский университет Государственной  
противопожарной службы МЧС России**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Заместитель начальника  
университета по учебной работе  
полковник внутренней службы  
А.А. Горбунов  
« 27 » мая 20 20

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИЙ И МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ**

**Направление подготовки  
27.03.03 Системный анализ и управление**

**уровень бакалавриата**

## 1. Цели и задачи дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации»

### *Цели освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации»:*

- формирование теоретических и практических знаний в области исследование операций и методы оптимизации и изучение постановки и технологии решения оптимизационных задач и задач выбора аналитическими и численными методами;
- выработка приёмов и практических навыков решения задач организационного управления методами исследования операций с использованием современных информационных технологий;

В процессе освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» обучающийся формирует и демонстрирует нормативно заданные компетенции.

| Компетенции | Содержание   |
|-------------|--|
| ОПК-1       | готовностью применять методы математики, физики, химии, системного анализа, теории управления, теории знаний, теории и технологии программирования, а также методов гуманитарных, экономических и социальных наук  |
| ОПК-2       | способностью применять аналитические, вычислительные и системно-аналитические методы для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационными системами, работать с традиционными носителями информации, базами знаний            |
| ПК-1        | способностью принимать научно-обоснованные решения на основе математики, физики, химии, информатики, экологии, методов системного анализа и теории управления, теории знаний, осуществлять постановку и выполнять эксперименты по проверке их корректности и эффективности |
| ПК-4        | способностью применять методы системного анализа, технологии синтеза и управления для решения прикладных проектно-конструкторских задач  |

### *Задачи дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации»:*

- изучение основных положений теории принятия решений, необходимых для решения задач исследования операций;
- изучение общих постановок задач принятия решения и порядка формализации этих задач;
- изучение состава и сущности математических методов решения задач исследования операций при количественном обосновании принимаемых решений;
- формирование практических навыков решения задач исследования операций.

## 2. Перечень планируемых результатов обучения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации», соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

| Планируемые результаты обучения по дисциплине   | Планируемые результаты освоения образовательной программы   |
|---|---|
| В результате освоения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» обучающийся должен <b>демонстрировать способность и готовность</b>  | В результате освоения образовательной программы обучающийся должен <b>владеть</b> компетенциями ( <b>продвинутый уровень владения</b> ) |
| Использовать на практике базовые знания и методы теории исследования операций, для решения оптимизационных и управленческих задач;  | ОПК-1   |
| Применять аналитические и вычислительные методы решения прикладных задач системного анализа;  |   |
| комплексного использования аналитических, вычислительных и системно-аналитических методов для решения прикладных задач в области управления объектами техники, технологии, организационными системами в сфере профессиональной деятельности | ОПК-2   |
| <b>в области научно-исследовательской деятельности:</b>   |   |
| формулировать постановку экспериментальных задач анализа и синтеза сложных систем, проверки их корректности и эффективности   | ПК-1  |
| <b>в области проектно-конструкторской деятельности:</b>   |   |
| Использовать методы системного анализа, технологии синтеза и управления для решения прикладных задач в области нахождения оптимального решения.   | ПК-4  |

## 3. Место дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Исследование операций и методы оптимизации» относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 27.03.03 Системный анализ и управление (уровень бакалавриата).

## 4. Структура и содержание дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

#### 4.1 Объем дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» и виды учебной работы

| Вид учебной работы                                  | Всего часов | Семестры  |           |
|---|-------------|-----------|-----------|
|   |             | 4         | 5         |
| Общая трудоемкость дисциплины в часах               | 216         | 108       | 108       |
| Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах   | 6           | 3         | 3         |
| <b>Контактная работа (в виде аудиторной работы)</b> | <b>92</b>   | <b>40</b> | <b>52</b> |
| Лекции  | 44          | 28        | 16        |
| Практические занятия                                | 46          | 12        | 34        |
| Консультация  | 2           |           | 2         |
| Самостоятельная работа                              | 88          | 68        | 20        |
| Форма контроля - экзамен                            | 36          |           | 36        |
| Форма контроля - зачет                              | +           | +         |           |

#### 4.2 Разделы и темы дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» и виды занятий

| № п.п.                                | Наименование разделов и тем                         | Всего часов | Количество часов по видам занятий |                      |                      | Самостоятельная Работа | Консультация | Контроль | Примечание |
|---------------------------------------|---|-------------|-----------------------------------|----------------------|----------------------|------------------------|--------------|----------|------------|
|                                       |   |             | Лекции                            | Практические занятия | Лабораторные занятия |                        |              |          |            |
| 1                                     | 2   | 3           | 4                                 | 5                    | 6                    | 7                      | 8            | 9        |            |
| <b>Раздел 1 Исследование операций</b> |   |             |                                   |                      |                      |                        |              |          |            |
| 1                                     | Основы исследования операций                        | 8           | 4                                 |                      |                      | 4                      |              |          |            |
| 2                                     | Теория массового обслуживания                       | 24          | 4                                 | 2                    |                      | 18                     |              |          |            |
| 3                                     | Задачи и сущность процесса моделирования            | 24          | 8                                 | 4                    |                      | 12                     |              |          |            |
| 4                                     | Принципы и средства построения имитационных моделей | 28          | 8                                 | 2                    |                      | 18                     |              |          |            |
| 5                                     | Планирование эксперимента                           | 24          | 4                                 | 4                    |                      | 16                     |              |          |            |
| <b>Зачёт</b>                          |   | +           |                                   |                      |                      |                        |              | +        |            |
| <b>Итого за 4 семестр</b>             |   | <b>108</b>  | <b>28</b>                         | <b>12</b>            |                      | <b>68</b>              |              |          |            |
| <b>Раздел 2 Методы оптимизации</b>    |   |             |                                   |                      |                      |                        |              |          |            |
| 6                                     | Безусловная оптимизация                             | 12          | 2                                 | 6                    |                      | 4                      |              |          |            |

|                            |                                |            |           |           |  |           |          |           |  |
|----------------------------|--------------------------------|------------|-----------|-----------|--|-----------|----------|-----------|--|
| 7                          | Многокритериальная оптимизация | 16         | 4         | 8         |  | 4         |          |           |  |
| 8                          | Нелинейное программирование    | 14         | 4         | 6         |  | 4         |          |           |  |
| 9                          | Целочисленное программирование | 16         | 4         | 8         |  | 4         |          |           |  |
| 10                         | Динамическое программирование  | 12         | 2         | 6         |  | 4         |          |           |  |
| <b>Консультация</b>        |                                | <b>2</b>   |           |           |  |           | <b>2</b> |           |  |
| <b>Экзамен</b>             |                                | <b>36</b>  |           |           |  |           |          | <b>36</b> |  |
| <b>Итого за 5 семестр</b>  |                                | <b>108</b> | <b>16</b> | <b>34</b> |  | <b>20</b> |          | <b>36</b> |  |
| <b>Итого по дисциплине</b> |                                | <b>216</b> | <b>44</b> | <b>46</b> |  | <b>88</b> | <b>2</b> | <b>36</b> |  |

### 4.3 Содержание дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации»

#### Раздел 1. Исследование операций

##### Тема №1 Основы исследования операций

**Лекция.** Введение в исследование операций: общая характеристика задач математического программирования; предметная область теории игр и исследования операций; основные понятия и определения теории исследования операций.

Методы исследования операций: метод линейного программирования и решаемые им задачи; метод нелинейного программирования и решаемые им задачи; метод динамического программирования и решаемые им задачи; пакеты прикладных программ для решения задач математического программирования.

##### **Самостоятельная работа.**

Классификация методов исследования операций.

##### **Рекомендуемая литература:**

Основная: [1, 2];

Дополнительная: [1, 2, 3].

##### Тема №2 Теория массового обслуживания

**Лекция.** Классификация систем массового обслуживания и решаемые ими задачи: классификация систем массового обслуживания; показатели эффективности работы систем массового обслуживания; характеристики входного потока заявок и времени обслуживания.

Основные схемы и соотношения для решения задач массового обслуживания. Пакеты прикладных программ для решения задач массового обслуживания: схема гибели и размножения; формула Литтла; пакеты прикладных программ для решения задач массового обслуживания.

##### **Практические занятия.**

Решение задачи массового обслуживания (определение параметров СМО с отказами): обсуждение постановки задачи; решение задачи; анализ полученных результатов (интерактивное занятие).

Решение задачи массового обслуживания (определение параметров СМО с ожиданием): обсуждение постановки задачи; решение задачи; анализ полученных результатов (интерактивное занятие).

**Самостоятельная работа.**

Смешанные (комбинированные) системы массового обслуживания (с отказами и ожиданием)

**Рекомендуемая литература:**

Основная: [2].

Дополнительная: [1].

**Тема №3 Задачи и сущность процесса моделирования**

**Лекция.** Моделирование как метод научного познания, классификация математических моделей. Классический и системный подходы к процессу создания модели объекта-оригинала. Содержание этапов моделирования и виды математического моделирования объектов-оригиналов. Свойства математических моделей и принципы их оценки.

**Практические занятия.**

Построение матрицы размерностей и проверка правильности выбора числа независимых параметров. Определение форм записи критериев подобия. Определение вида критериев подобия.

**Самостоятельная работа.**

Принципы имитационного моделирования трудно формализуемых систем. Последовательность шагов разработки имитационных моделей. Сущность статистического моделирования.

**Рекомендуемая литература:**

Основная: [2].

Дополнительная: [1].

**Тема №4. Принципы и средства построения имитационных моделей**

**Лекция.** Основные элементы имитационной модели и принцип ее функционирования. Способы изменения модельного времени. Обобщенный алгоритм имитационной модели. Инструментальные средства и языки моделирования.

Моделирование случайных чисел с равномерным законом распределения. Моделирование непрерывных случайных величин. Моделирование дискретных случайных величин и случайных событий. Моделирование потоков событий. Вычисление оценок параметров распределения и оценка их точности. Оценка законов распределения. Моделирование случайных величин методом исключений. Моделирование многомерных случайных воздействий.

**Практические занятия.**

Разработка и исследование статистической модели (интерактивное занятие).

### **Самостоятельная работа.**

Моделирование детерминированных факторов. Показатели качества датчиков случайных величин и способы их проверки.

### **Рекомендуемая литература:**

Основная: [2].

Дополнительная: [1].

## **Тема №5 Планирование эксперимента**

**Лекция.** Основные понятия и определения теории планирования эксперимента. Задачи, решаемые с помощью теории планирования эксперимента. Критерии оптимальности и типы планов. Планы для поиска оптимальных значений параметров объекта. Проверка однородности дисперсии воспроизводимости. Оценка коэффициентов модели. Проверка адекватности модели. Проверка значимости коэффициентов модели. Планы для оценки влияния факторов.

### **Практические занятия.**

Проведение эксперимента на модели объекта и обработка его результатов (интерактивное занятие).

### **Самостоятельная работа.**

Оптимизация параметров объекта с использованием планирования эксперимента.

### **Рекомендуемая литература:**

Основная [1].

Дополнительная [1].

## **РАЗДЕЛ 2. Методы оптимизации**

### **Тема №6 Безусловная оптимизация**

**Лекция.** Элементы выпуклого анализа. Выпуклые множества. Постановка задачи безусловной оптимизации. Нахождение отрезка, содержащего точку минимума. Методы одномерной безусловной оптимизации. Метод золотого сечения.

### **Практические занятия.**

Решение задач на выпуклые множества и функции. Решение задач безусловной оптимизации.

### **Самостоятельная работа.**

Выпуклые функции. Градиентные методы. Метод наискорейшего спуска. Метод покоординатного спуска.

### **Рекомендуемая литература:**

Основная [2].

Дополнительная [1, 2].

## **Тема №7 Многокритериальная оптимизация**

**Лекция.** Методы сведения задачи многокритериальной оптимизации к задаче математического программирования с одной целевой функцией.

Принцип оптимальности Парето. Метод идеальной точки.

### **Практические занятия.**

Решение задач многокритериальной оптимизации.

Решение задач многокритериальной оптимизации лексикографическим методом (интерактивное занятие).

### **Самостоятельная работа.**

Целевое программирование. Лексикографическая оптимизация.

### **Рекомендуемая литература:**

Основная [1].

Дополнительная [1, 2].

## **Тема №8 Нелинейное программирование**

**Лекция.** Постановка задачи нелинейного программирования. Метод множителей Лагранжа. Условия и теорема Куна-Таккера.

### **Практические занятия.**

Решение задачи нелинейного программирования

### **Самостоятельная работа.**

Метод Франка-Вулфа. Метод штрафных функций.

### **Рекомендуемая литература:**

Основная [2].

Дополнительная [1, 2].

## **Тема №9 Целочисленное программирование**

**Лекция.** Математические модели задач дискретного программирования. Постановка задачи целочисленного программирования. Определение оптимального плана задачи целочисленного программирования. Метод Гомори.

### **Практические занятия.**

Решение задачи дискретного программирования. Алгоритм Гомори (интерактивное занятие). Метод ветвей и границ.

### **Самостоятельная работа.**

Метод ветвей и границ.

### **Рекомендуемая литература:**

Основная [1].

Дополнительная [1, 2].

## **Тема №10 Динамическое программирование**

**Лекция.** Численные методы математического программирования.

Дискретизация задачи оптимального управления.

Задачи динамического программирования. Принцип поэтапного построения оптимального уравнения.

Уравнение Беллмана.



### **Практические занятия.**

Решение задач динамического программирования.

### **Самостоятельная работа.**

Задача о загрузке. Задача выбора оптимального маршрута. Задача распределения ресурсов.

### **Рекомендуемая литература:**

Основная [2].

## **5. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации»**

При реализации программы дисциплины используются лекционные, практические и лабораторные занятия.

Общими целями занятий являются:

– обобщение, систематизация, углубление, закрепление теоретических знаний по конкретным темам дисциплины;

**Целями лекции являются:**

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентируя внимание на наиболее сложных вопросах темы курса;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

В ходе практического занятия обеспечивается процесс активного взаимодействия обучающихся с преподавателем; приобретаются практические навыки и умения.

**Целями практического занятия:**

- углубить и закрепить знания, полученные на лекции;
- формирование навыков использования знаний для решения практических задач;
- выполнение заданий по проверке полученных знаний и умений.

**Консультации** проводятся перед экзаменом с целью обобщения пройденного материала и разъяснения наиболее трудных вопросов, возникающих у обучающихся при изучении дисциплины.

**Самостоятельная работа** обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим занятиям.

## **6. Оценочные средства для проведения промежуточных аттестаций обучающихся по дисциплине «Исследование операций и методы оптимизации»**

Оценочные средства дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации» включает в себя следующие разделы:

1. Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины.
2. Методика оценивания персональных образовательных достижений обучающихся.

### **6.1 Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих формирование компетенций в процессе освоения дисциплины**

#### **Примерный перечень вопросов для зачета**

##### **Теоретические вопросы**

1. Предметная область исследования операций
2. Основные понятия и определения теории исследования операций
3. Типовые задачи исследования операций и их математические модели
4. Классификация методов исследования операций
5. Принципы и этапы исследования операций
6. Принятие решений и схема процесса принятия решений
7. Классификация систем массового обслуживания
8. Показатели эффективности работы систем массового обслуживания
9. Характеристики входного потока заявок и времени обслуживания
10. Схема гибели и размножения
11. Формула Литтла
12. Аналитические модели массового обслуживания
13. Моделирование как метод научного познания, классификация математических моделей
14. Классический и системный подходы к процессу создания модели объекта-оригинала
15. Содержание этапов моделирования и виды математического моделирования объектов-оригиналов
16. Свойства математических моделей и принципы их оценки
17. Основные понятия теории подобия
18. Теоремы теории подобия
19. Виды подобия
20. Основные принципы моделирования, на которых строятся математические модели
21. Математические модели на основе фундаментальных законов природы и вариационные модели

22. Общие правила упрощения блочных математических моделей
23. Этапы создания математической модели объекта-оригинала
24. Требования к разрабатываемой математической модели объекта-оригинала
25. Принципы имитационного моделирования трудно формализуемых систем
26. Последовательность шагов разработки имитационных моделей
27. Сущность статистического моделирования
28. Основные элементы имитационной модели и принцип ее функционирования
29. Способы изменения модельного времени
30. Обобщенный алгоритм имитационной модели
31. Инструментальные средства и языки моделирования
32. Моделирование случайных чисел с равномерным законом распределения
33. Моделирование непрерывных случайных величин
34. Моделирование дискретных случайных величин и случайных событий
35. Моделирование потоков событий
36. Моделирование случайных величин методом исключений
37. Моделирование многомерных случайных воздействий
38. Моделирование детерминированных факторов
39. Показатели качества датчиков случайных величин и способы их проверки
40. Основные понятия и определения теории планирования эксперимента
41. Задачи, решаемые с помощью теории планирования эксперимента
42. Критерии оптимальности и типы планов
43. Планы для поиска оптимальных значений параметров объекта
44. Проверка однородности дисперсии воспроизводимости
45. Оценка коэффициентов модели
46. Проверка адекватности модели
47. Проверка значимости коэффициентов модели
48. Планы для оценки влияния факторов

### **Практические вопросы**

- П1. Решение задачи линейного программирования графическим методом
- П2. Решение задачи линейного программирования симплекс-методом (улучшение плана)
- П3. Решение задач сетевого планирования и управления (построение сетевого графа по таблице, расчёт параметров путей, событий, работ)
- П4. Определение параметров системы массового обслуживания с отказами
- П5. Определение параметров системы массового обслуживания с ожиданиями
- П6. Решение задач методом динамического программирования
- П7. Решение транспортной задачи методом северо-западного угла

- П8. Решение транспортной задачи методом потенциалов  
П9. Решение задач по выбору аппроксимирующей функции в методе наименьших квадратов

### **Примерный перечень вопросов для экзамена**

#### **Теоретические вопросы**

1. Элементы выпуклого анализа
2. Выпуклые множества
3. Характеристика методов сведения задачи многокритериальной оптимизации к задаче математического программирования с одной целевой функцией
4. Принцип оптимальности Парето
5. Метод идеальной точки
6. Целевое программирование
7. Лексикографическая оптимизация
8. Сведение задачи многокритериальной оптимизации к задаче с одной целевой функцией
9. Постановка задачи нелинейного программирования
10. Метод множителей Лагранжа
11. Условия и теорема Куна-Таккера
12. Метод Франка-Вулфа
13. Метод штрафных функций
14. Математические модели задач дискретного программирования
15. Постановка задачи целочисленного программирования
16. Определение оптимального плана задачи целочисленного программирования. Метод Гомори
17. Метод ветвей и границ
18. Основные положения динамического программирования
19. Принцип оптимальности Беллмана. Функциональное уравнение Беллмана
20. Дискретное динамическое программирование
21. Методы одномерной безусловной оптимизации.
22. Метод золотого сечения.
23. Градиентные методы.
24. Метод наискорейшего спуска.
25. Метод покоординатного спуска.
26. Метод равномерного перебора.

#### **Практические вопросы**

- П1. Решение задачи линейного целочисленного программирования методом ветвей и границ  
П2. Решение задачи линейного целочисленного программирования методом Гомори  
П3. Решение задачи нелинейного программирования методом множителей Лагранжа

П4. Решение задачи нелинейного программирования методом Франка-Вулфа

П5. Решение задачи нелинейного программирования методом штрафных функций

П6. Решение задачи определения кратчайших расстояний по заданной сети методом динамического программирования

П7. Решение задачи об оптимальном распределении ресурсов между несколькими изделиями пожарной техники методом динамического программирования

П8. Решение задачи нахождения оптимального значения функции и параметров вектора управления методом динамического программирования

П9. Решение задачи многокритериальной оптимизации

## 6.2 Методика оценивания персональных образовательных достижений обучающихся.

### Промежуточная аттестация: зачет

| Достигнутые результаты освоения дисциплины   | Критерии оценивания   | Шкала оценив.     |
|--|---|-------------------|
| Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.  | – не раскрыто основное содержание учебного материала;<br>– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;<br>– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.   | <i>Не зачтено</i> |
| Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций. | – неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;<br>– усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;<br>– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках законов, исправленные после нескольких наводящих вопросов. | <i>Зачтено</i>    |

## Промежуточная аттестация: экзамен

| Достиженные результаты освоения дисциплины  | Критерии оценивания  | Шкала оценив.                                    |
|---|--|--|
| <p>Обучающийся имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала по дисциплине; не способен аргументированно и последовательно его излагать, допускает грубые ошибки в ответах, неправильно отвечает на задаваемые вопросы или затрудняется с ответом.</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>– не раскрыто основное содержание учебного материала;</li> <li>– обнаружено незнание или непонимание большей или наиболее важной части учебного материала;</li> <li>– допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>  | <p><i>Оценка «2»</i><br/>неудовлетворительно</p> |
| <p>Обучающийся показывает знание основного материала в объеме, необходимом для предстоящей профессиональной деятельности; при ответе на вопросы билета и дополнительные вопросы не допускает грубых ошибок, но испытывает затруднения в последовательности их изложения; не в полной мере демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических ситуаций.</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>– неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала;</li> <li>– усвоены основные категории по рассматриваемому и дополнительным вопросам;</li> <li>– имелись затруднения или допущены ошибки в определении понятий, формулировках законов, исправленные после нескольких наводящих вопросов.</li> </ul>  | <p><i>Оценка «3»</i><br/>Удовлетворительно</p>   |
| <p>Обучающийся показывает полное знание программного материала, основной и дополнительной литературы; дает полные ответы на теоретические вопросы билета и дополнительные вопросы, допуская некоторые неточности; правильно применяет теоретические положения к оценке практических ситуаций; демонстрирует хороший уровень освоения материала</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- продемонстрировано умение анализировать материал, однако не все выводы носят аргументированный и доказательный характер;</li> <li>– в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа;</li> <li>допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя;</li> <li>допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.</li> </ul> | <p><i>Оценка «4»</i><br/>Хорошо</p>              |
| <p>Обучающийся показывает всесторонние и глубокие знания программного материала, знание основной и дополнительной литературы; последовательно и четко отвечает на вопросы билета и дополнительные вопросы; уверенно ориентируется в проблемных ситуациях; демонстрирует способность применять теоретические знания для анализа практических</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>– полно раскрыто содержание материала;</li> <li>– материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности;</li> <li>– продемонстрировано системное и глубокое знание программного материала;</li> <li>– точно используется терминология;</li> <li>– показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации;</li> <li>– продемонстрировано усвоение ранее</li> </ul>  | <p><i>Оценка «5»</i><br/>Отлично</p>             |

| Достиженные результаты освоения дисциплины  | Критерии оценивания   | Шкала оценив. |
|---|---|---------------|
| ситуаций, делать правильные выводы, проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании программного материала; | изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков;<br>– ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов;<br>– продемонстрирована способность творчески применять знание теории к решению профессиональных задач;<br>– продемонстрировано знание современной учебной и научной литературы;<br>– допущены одна – две неточности. |               |

## 7. Требования к условиям реализации. Ресурсное обеспечение дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации»

### *Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины*

#### **Основная:**

1. В.С. Артамонов и др. Системный анализ и принятие решений: Учебник – СПб.: Изд-во СПб УГПС МЧС РФ, 2017. -352 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?104&type=card&cid=ALSFR-ea26e9e8-15d6-4081-b6c7-b37d38d4e941&remote=false>

2. Вентцель Е.С. Исследование операций. Задачи, принципы, методология. Учеб. пособие для студ. вузов. Е.С. Вентцель. – 4-е изд. стер. –М.: Высш. шк., 2007. – 208 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-f9a0feeb-8eb2-482c-a277-a9e3aa4c34a0>

#### **Дополнительная:**

1. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad 14 : учебное пособие / Е. Г. Макаров. - СПб. : Питер, 2007. - 592 с. – **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-e46967db-b963-4160-bcca-cea874d8d055>

2. Бройдо В.Л. Вычислительные системы, сети и телекоммуникации : учебник для вузов : [гриф Мин. обр.] / В. Л. Бройдо, О. П. Ильина. - 4-е изд. - СПб. : Питер, 2003. - 560 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-da10a981-1e4e-4e7e-8bcc-4b0f42485d80>

3. Сидоркина И.Г. Системы искусственного интеллекта: учебное пособие: [гриф УМО] / И. Г. Сидоркина. - М. : КНОРУС, 2011. - 248 с. **Режим доступа:** <http://elib.igps.ru/?&type=card&cid=ALSFR-5f17ff81-f592-435f-9550-04a9161d1efc>

***Программное обеспечение, в том числе лицензионное:***

1. Microsoft Windows Professional, Russian – Системное программное обеспечение. Операционная система. [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-ВЕ8-834
2. Microsoft Office Standard (Word, Excel, Access, PowerPoint, Outlook, OneNote, Publisher) – Пакет офисных приложений [Коммерческая (Volume Licensing)]; ПО-D86-664
3. Adobe Acrobat Reader DC – Приложение для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF [Бесплатная]; ПО-F63-948
4. Google Chrome – Браузер [Открытая]; ПО-F2С-926

***Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:***

1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации
2. Научная электронная библиотека «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/>, доступ только после самостоятельной регистрации
3. справочная правовая система «КонсультантПлюс: Студент» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://student.consultant.ru/>, свободный доступ
4. Информационно-правовой портал «Гарант» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.garant.ru/>, свободный доступ

***Материально-техническое обеспечение дисциплины «Исследование операций и методы оптимизации»***

Для материально-технического обеспечения дисциплины используются:

- лекционные учебные аудитории, оснащённые компьютером, проектором и экраном;
- учебные аудитории для проведения практических занятий и промежуточной аттестации;
- аудитории для самостоятельной работы, оснащённые компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет».

**Автор:** канд. техн. наук, профессор Корольков А.П.