

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

2017 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Основы исследования операций в системе  
управления воздушным движением**

Специальность

**25.05.05 Эксплуатация воздушных судов и организация  
воздушного движения**

Специализация

**Организация использования воздушного пространства**

Квалификация выпускника  
**инженер**

Форма обучения  
**очная**

Санкт-Петербург  
2017

## 1 Цели освоения дисциплины

**Целью** освоения дисциплины «Основы исследования операций в системе управления воздушным движением» является овладение знаниями в области теории исследования операций, формирование умений их практического применения в процессах управления воздушным движением, а также развитие навыков применения методов исследования операций в задачах выбора технических средств, анализа эффективности функционирования, определения эффективности организационных и управленческих мероприятий и решений в системе управления воздушным движением

**Задачами** освоения дисциплины является:

– изложение современных методов моделирования, анализа и синтеза процессов и исследования операций в системе УВД

– формирование у студентов таких системных понятий как состояние процесса, допустимые рациональные и оптимальные решения.

Дисциплина обеспечивает подготовку выпускника к эксплуатационно-технологическому виду профессиональной деятельности.

## 2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Основы исследования операций в системе управления воздушным движением» представляет собой дисциплину по выбору, относящуюся к вариативной части профессионального цикла (СЗ).

Дисциплина базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: «Математика», «Теория транспортных систем».

Дисциплина «Основы исследования операций в системе управления воздушным движением» является обеспечивающей для научно-исследовательской работы, преддипломной практики (А семестр), подготовки и защиты выпускной квалификационной работы.

Дисциплина изучается в «4» семестре.

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

| Перечень и код компетенций                                 | Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине  |
|--|--|
| умением использовать основные приемы обработки эксперимен- | <i>Знать:</i><br>- цели, основные характеристики и способы постановки, формализации и решения задач системы УВД; |

|   |   |
|---|---|
| тальных данных при решении профессиональных задач (ПК-25);  | <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать процессы УВД и формализовывать их в виде моделей;</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами теории управления в сложных эргатических системах управления динамическими объектами;</li> </ul>  |
| способностью и готовностью к подготовке данных для принятия решений при управлении транспортными системами в различных условиях, проведению анализа эффективности функционирования транспортных систем (ПК-35); | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- алгоритмы моделирования характерных процессов системы УВД;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формулировать цель исследования процесса и выбирать метод решения;</li> <li>- разрабатывать показатели эффективности процессов УВД</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами комплексной оценки качества процессов в системе УВД;</li> </ul>                                |
| способностью и готовностью определять эффективность технико-технологических, организационных и управленческих мероприятий и решений (ПК-39);  | <p><i>Знать:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы применения методологии исследования операций в системе УВД;</li> </ul> <p><i>Уметь:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- решать наиболее характерные задачи оптимизаций процессов в системе УВД;</li> <li>- определять допустимые значения характеристик процессов в системе УВД</li> </ul> <p><i>Владеть:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами комплексной оценки качества процессов в системе УВД;</li> </ul> |

#### 4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

| Наименование                  | Всего часов | Семестр |
|-------------------------------|-------------|---------|
|                               |             | 4       |
| Общая трудоемкость дисциплины | 72          | 72      |
| Контактная работа:            | 36          | 36      |
| лекции                        | 18          | 18      |
| практические занятия          | 18          | 18      |

|                                 |    |    |
|---------------------------------|----|----|
| семинары                        | -  | -  |
| лабораторные работы             | -  | -  |
| курсовой проект (работа)        | -  | -  |
| Самостоятельная работа студента | 27 | 27 |
| Промежуточная аттестация:       | 27 | 27 |

## 5 Содержание дисциплины

### 5.1 Соотнесения тем дисциплины и формируемых компетенций

| Темы дисциплины   | Количество часов | Компетенции |       |       | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---|------------------|-------------|-------|-------|----------------------------|--------------------|
|   |                  | ПК-25       | ПК-35 | ПК-39 |                            |                    |
| 1. Основные понятия об исследованиях операций                           | 7                | +           | +     | +     | ВК, Л, ПЗ, СРС             | УО, ПО             |
| 2. Моделирование процессов в системе УВД                                | 7                | +           | +     | +     | Л, ИЛ, ПЗ, СРС             | УО, ПО             |
| 3. Линейное программирование при оптимизации процессов УВД              | 7                | +           | +     | +     | Л, ИЛ, ПЗ, СРС             | УО, ПО             |
| 4. Игровые модели процессов УВД   | 7                | +           | +     | +     | Л, ПЗ, СРС                 | УО, ПО             |
| 5. Задачи транспортного вида линейного программирования в процессах УВД | 7                | +           | +     | +     | Л, ПЗ, СРС                 | УО, ПО             |
| 6. Сетевые методы и задачи нелинейного программирования                 | 7                | +           | +     | +     | Л, ПЗ, СРС                 | УО, ПО             |
| 7. Задачи динамического программирования                                | 7                | +           | +     | +     | Л, ПЗ, СРС                 | УО, ПО             |
| 8. Методы теории массового обслуживания                                 | 7                | +           | +     | +     | Л, ИЛ, ПЗ, СРС             | УО, ПО             |
| 9. Имитационное и физическое моделирование процессов УВД                | 7                | +           | +     | +     | Л, ИЛ, ПЗ, СРС             | УО, ПО             |
| Итого по дисциплине   | 63               |             |       |       |                            |                    |
| Промежуточная аттестация  | 9                |             |       |       |                            |                    |

| Темы дисциплины     | Количество часов | Компетенции |       |       | Образовательные технологии | Оценочные средства |
|---------------------|------------------|-------------|-------|-------|----------------------------|--------------------|
|                     |                  | ПК-25       | ПК-35 | ПК-39 |                            |                    |
| Всего по дисциплине | 72               |             |       |       |                            |                    |

Условные обозначения: ВК – входной контроль; Л – лекция; ИЛ – интерактивная лекция; ПЗ – практическое занятие; СРС – самостоятельная работа студента; УО – устный опрос; ПО – письменный опрос.

## 5.2 Темы дисциплины и виды занятий

| Наименование темы дисциплины  | Л  | ПЗ | С | ЛР | СРС | КР | Всего часов |
|---|----|----|---|----|-----|----|-------------|
| 1. Основные понятия об исследованиях операций                           | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| 2. Моделирование процессов в системе УВД                                | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| 3. Линейное программирование при оптимизации процессов УВД              | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| 4. Игровые модели процессов УВД   | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| 5. Задачи транспортного вида линейного программирования в процессах УВД | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| 6. Сетевые методы и задачи нелинейного программирования                 | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| 7. Задачи динамического программирования                                | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| 8. Методы теории массового обслуживания                                 | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| 9. Имитационное и физическое моделирование процессов УВД                | 2  | 2  | - | -  | 3   | -  | 7           |
| Итого по дисциплине   | 18 | 18 | - | -  | 27  | -  | 63          |
| Промежуточная аттестация  |    |    |   |    |     |    | 9           |
| Всего по дисциплине   |    |    |   |    |     |    | 72          |

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

### **5.3 Содержание дисциплины**

#### **Тема 1. Основные понятия об исследованиях операций**

История появления научного направления, связь с другими науками, основные понятия и определения. Характеристики задач формирования управляющих решений. Математическая модель операции. Общая постановка задачи исследования операций в системе УВД.

#### **Тема 2. Моделирование процессов в системе УВД**

Структура процессов принятия решений в процессах организации, планирования и непосредственного УВД. Формирование рече-функциональных актов (РФА). Мотивация, обратная задача оптимизации, многокритериальность процессов УВД.

Виды моделей; модели загруженности диспетчеров УВД, модели простейшего контура управления, планирование полётов и организации воздушного движения.

Правила структуризации частных показателей эффективности, нечёткие множества, лингвистические переменные. Метод аналитической иерархии, взвешенной суммы и компромиссные методы процессов принятия решений.

#### **Тема 3. Линейное программирование при оптимизации процессов УВД**

Задача линейного программирования. Основная задача линейного программирования. Графический и алгебраический методы решения задач линейного программирования. Определение двойственной задачи. Двойственность и анализ моделей при моделировании процессов УВД. Примеры задач целочисленного программирования в системе УВД. Методы решения задач целочисленного программирования. Метод отсекающих плоскостей. Метод ветвей и границ. Частичный перебор в задачах с булевыми переменными.

#### **Тема 4. Игровые модели процессов УВД**

Задачи теории игр и статистических решений. Антагонистические игры. Игры со смешанными стратегиями. Свойства и методы решения матричных игр. Нижняя и верхняя цена игры. Принцип минимакса. Решение игры в смешанных стратегиях. Решение конечных игр методом итераций. Принцип гарантированного подхода. Критерий Вальда, Гурвица, Сэвиджа. Неантагонистические игры. Некооперативные игры. Кооперативные игры.

#### **Тема 5. Задачи транспортного вида линейного программирования в процессах УВД**

Моделирование процессов УВД в виде задач линейного программирования транспортного вида. Задачи маршрутизации, максимального потока, венгерский

метод решения.

### **Тема 6. Сетевые методы и задачи нелинейного программирования**

Сети и потоки при моделировании процессов УВД. Сетевые методы и алгоритмы при моделировании. Нелинейные задачи оптимизации. Градиентные методы и метод множителей Лагранжа и условий Куна-Таккера.

### **Тема 7. Задачи динамического программирования**

Элементы задачи динамического программирования. Общая постановка задачи динамического программирования. Интерпретация управления в фазовом пространстве. Задача распределения ресурсов. Решение линейных оптимизационных задач методом динамического программирования.

### **Тема 8. Методы теории массового обслуживания**

Основные компоненты моделей массового обслуживания. Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики. Одноканальная СМО с отказами. Многоканальная СМО с отказами. Одноканальная СМО с ожиданием. Многоканальная СМО с ожиданием. СМО с ограниченным временем ожидания. Анализ очередей. Системы массового обслуживания с приоритетами. Замкнутые системы массового обслуживания. Системы массового обслуживания с не пуассоновскими потоками событий. Принятие решений с использованием моделей массового обслуживания.

### **Раздел 9. Имитационное и физическое моделирование процессов УВД**

Применение имитационного моделирования при исследовании процессов УВД. Метод статистических испытаний (Монте-Карло). Приемы построения и эксплуатации имитационных моделей. Получение наблюдений при моделировании. Оптимизация в имитационном моделировании. Физическое моделирование процессов УВД. Тренажёры и тренажёрные комплексы. Интеллектуальные и когнитивные методы в тренажёрных комплексах.

## **5.4 Практические занятия**

| Номер темы дисциплины | Тематика практических занятий   | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
| 1                     | Практическое занятие 1.<br>Основные понятия об исследованиях операций | 2                   |
| 2                     | Практическое занятие 2.<br>Процессы принятия решений в системе УВД    | 2                   |
| 3                     | Практическое занятие 3.<br>Формализация многокритериальных задач      | 2                   |

|                      |   |    |
|----------------------|---|----|
|                      | УВД   |    |
| 4                    | Практическое занятие 4.<br>Игровые модели процессов УВД   | 2  |
| 5                    | Практическое занятие 5.<br>Задачи транспортного вида линейного программирования в процессах УВД             | 2  |
| 6                    | Практическое занятие 6.<br>Сетевые методы и задачи нелинейного программирования                             | 2  |
| 7                    | Практическое занятие 7.<br>Задачи динамического программирования  | 2  |
| 8                    | Практическое занятие 8.<br>Принятие решений с использованием моделей массового обслуживания                 | 2  |
| 9                    | Практическое занятие 9.<br>Имитационное моделирование процессов УВД. Физическое моделирование процессов УВД | 2  |
| Итого по дисциплине: |   | 18 |

### 5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

### 5.6 Самостоятельная работа

| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы  | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|--|---------------------|
| 1                     | Повторение темы «Основные понятия об исследованиях операций», подготовка к устному опросу, подготовка к письменному опросу [1,2,8,9,10]                | 3                   |
| 2                     | Повторение темы «Моделирование процессов в системе УВД», подготовка к устному опросу, подготовка к письменному опросу [1,2,8,9,10]                     | 3                   |
| 3                     | Повторение темы «Линейное программирование при оптимизации процессов УВД», подготовка к устному опросу, подготовка к письменному опросу [1,2,3,8,9,10] | 3                   |
| 4                     | Повторение темы «Игровые модели процессов УВД», подготовка к устному опросу,   | 3                   |



| Номер темы дисциплины | Виды самостоятельной работы   | Трудоемкость (часы) |
|-----------------------|---|---------------------|
|                       | подготовка к письменному опросу [1,2,3,8,9,10]  |                     |
| 5                     | Повторение темы «Задачи транспортного вида линейного программирования в процессах УВД», подготовка к устному опросу, подготовка к письменному опросу [1,2,3,4,8,9,10] | 3                   |
| 6                     | Повторение темы «Сетевые методы и задачи нелинейного программирования», подготовка к устному опросу, подготовка к письменному опросу [1,2,3,4,8,9,10]                 | 3                   |
| 7                     | Повторение темы «Задачи динамического программирования», подготовка к устному опросу, подготовка к письменному опросу [1,3,7,8]                                       | 3                   |
| 8                     | Повторение темы «Методы теории массового обслуживания», подготовка к устному опросу, подготовка к письменному опросу [1,3,7,8]  | 3                   |
| 9                     | Повторение темы «Имитационное и физическое моделирование процессов УВД», подготовка к устному опросу, подготовка к письменному опросу [1,3,7,8]                       | 3                   |
| Итого по дисциплине:  |   | 27                  |

## 5.7 Курсовые работы

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) основная литература:

1. Основы организации воздушного движения : учебник для вузов / А. Р. Бестугин, А. Д. Филин, В. А. Санников ; под научной редакцией Ю. Г. Шатракова. — Москва : Издательство Юрайт, 2014. — 515 с. — (Специалист). — ISBN 978-5-534-06502-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.biblio-online.ru/bcode/411878> (дата обращения: 15.06.2017).
2. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19 марта 1997 года № 60-ФЗ. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: "[Воздушный кодекс Российской Федерации](#)"

- [Федерации" от 19.03.1997 N 60-ФЗ {КонсультантПлюс}](#) (дата обращения 15.06.2017).
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 11.03.2010 № 138 «Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Постановление Правительства РФ от 11.03.2010 N 138 "Об утверждении Федеральных правил использования воздушного пространства Российской Федерации" {КонсультантПлюс}](#) (дата обращения 15.06.2017).
  4. Приказ министерства транспорта Российской Федерации от 25.11.2011 № 293 «Об утверждении федеральных авиационных правил «Организация воздушного движения в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Приказ Минтранса России от 25.11.2011 N 293 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Организация воздушного движения в Российской Федерации" {КонсультантПлюс}](#) (дата обращения 15.06.2017).
  5. Приказ министерства транспорта Российской Федерации от 31.07.2009 № 128 «Об утверждении федеральных авиационных правил «Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Приказ Минтранса России от 31.07.2009 N 128 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Подготовка и выполнение полетов в гражданской авиации Российской Федерации" {КонсультантПлюс}](#) (дата обращения 15.06.2017).
  6. Приказ министерства транспорта Российской Федерации от 26.09.2012 № 362 «Об утверждении федеральных авиационных правил «Порядок осуществления радиосвязи в воздушном пространстве российской федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Приказ Минтранса России от 26.09.2012 N 362 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Порядок осуществления радиосвязи в воздушном пространстве Российской Федерации" {КонсультантПлюс}](#) (дата обращения 15.06.2017).
  7. Приказ министра обороны Российской Федерации, министерства транспорта Российской Федерации и Российского авиационно - космического агентства от 31.03.2002 № 136/42/51. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Приказ Министра обороны РФ N 136, Минтранса РФ N 42, Росавиакосмоса N 51 от 31.03.2002 "Об утверждении Федеральных авиационных правил полетов в воздушном пространстве Российской Федерации" {КонсультантПлюс}](#) (дата обращения 15.06.2017).

**б) дополнительная литература:**

8. Приказ министерства транспорта Российской Федерации от 20.10.2014 № 297 «Об утверждении Федеральных авиационных правил "Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Приказ Минтранса России от 20.10.2014 N 297 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и](#)

авиационная электросвязь в гражданской авиации" {КонсультантПлюс} (дата обращения 15.06.2017).

9. Приказ министерства транспорта Российской Федерации от 14.04.2015 № 216 «Об утверждении федеральных авиационных правил «Требования к юридическим лицам, осуществляющим аэронавигационное обслуживание полетов воздушных судов пользователей воздушного пространства Российской Федерации. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие юридических лиц указанным требованиям»» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Приказ Минтранса России от 14.07.2015 N 216 "Об утверждении Федеральных авиационных правил "Требования к юридическим лицам, осуществляющим аэронавигационное обслуживание полетов воздушных судов пользователей воздушного пространства Российской Федерации. Форма и порядок выдачи документа, подтверждающего соответствие юридических лиц указанным требованиям" {КонсультантПлюс}](#) (дата обращения 15.06.2017).
10. Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения. / Док. ИКАО 4444 АТМ/501. 15-е изд. – Монреаль, Канада: ИКАО, 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://dspk.cs.gkovd.ru/library/data/Doc\\_4444\\_ATM\\_organizatsiya\\_vozdushno\\_go\\_dvizheniya\\_izd\\_2016g.pdf](http://dspk.cs.gkovd.ru/library/data/Doc_4444_ATM_organizatsiya_vozdushno_go_dvizheniya_izd_2016g.pdf) свободный (дата обращения 15.06.2017).

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

11. Тренажерный центр Университета ГА. Технологии работы диспетчеров УВД диспетчерских пунктов учебной зоны «Ладога» Тренажерный центра Университета ГА. Раздел «Диспетчерам» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tcguga.ru/atc.html>, свободный (дата обращения 15.06.2017).
12. Тренажерный центр Университета ГА. Инструкция по производству полетов аэродрома «Ладога» с приложениями, таблицами, описанием схем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tcguga.ru/atc-Ladoga.html>, свободный (дата обращения 29.12.2017).
13. Flightradar24. LIVE AIR TRAFFIC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.flightradar24.com>, свободный (дата обращения 15.06.2017).
14. Специальные радиосистемы. Радиосвязь. Радиомониторинг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://live.radioscanner.net/>, свободный (дата обращения 15.06.2017).

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

15. Справочная система «КонсультантПлюс». [Электронный ресурс]. —Режим доступа:<http://www.consultant.ru/> — свободный (дата обращения 15.06.2017).
16. Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU». [Электронный ресурс]. —Режим доступа:<http://elibrary.ru/> — свободный (дата обращения 15.06.2017).
17. Электронно-библиотечная система издательства «Лань». [Электронный ресурс]. —Режим доступа:<http://e.lanbook.com/>
18. Электронно-библиотечная система издательства «ЮРАЙТ». [Электронный ресурс]. —Режим доступа: <http://www.biblio-online.ru>

## **7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для обеспечения учебного процесса материально-техническими ресурсами используется компьютерный класс кафедры № 22 СПбГУГА, оборудованный для проведения практических работ средствами оргтехники, персональными компьютерами, объединенными в сеть с выходом в Интернет. Компьютерный класс, оргтехника (всё – в стандартной комплектации для самостоятельной работы); доступ к сети Интернет (во время самостоятельной работы).

Материалы INTERNET, мультимедийные курсы, оформленные с помощью Microsoft Power Point, используются при проведении лекционных и практических занятий. Ауд. 346, 348, 350 оборудованы мультимедиа проектором PLC-XU58, компьютерный класс ауд. 353 оснащены 15 компьютерами и мультимедиа проектором.

## **8 Образовательные и информационные технологии**

В рамках изучения дисциплины предполагается использовать следующие образовательные технологии: входной контроль, лекция, интерактивная лекция, практическое занятие, самостоятельная работа студента.

Входной контроль предназначен для выявления уровня освоения компетенций обучающимися, необходимых перед изучением дисциплины и осуществляется по вопросам, на которых базируется читаемая дисциплина.

Традиционная лекция предусматривает передачу учебной информации преподавателем обучающимся.

Первичные логические звенья проблемной лекции – это создание проблемной ситуации; анализ проблемы; выдвижение гипотезы.

Практическое занятие предусматривает активное участие обучающегося в усвоении навыков практического применения теоретических знаний под руководством преподавателем.

Самостоятельная работа студента предусматривает самостоятельный поиск и усвоение учебной информации по указанным в п. 5.6 темам, а также подготовку к устным и письменным опросам, закрепление получаемых на тради-

ционных лекциях и практических занятиях знаний путём приобретения навыков осмысления и расширения их содержания, обеспечивающих успешное освоение компетенций по дисциплине.

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

В качестве оценочных средств, используемых, для оценки освоения компетенций по дисциплине являются: устные опросы и письменные опросы.

Устный или письменный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения учебного материала, излагаемого на лекции. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся. Устный и письменный опрос предназначен для проверки знаний обучающихся на предмет освоения материала предыдущей лекции.

К оценочным средствам также относятся темы курсовых работ, представленные в п. 9.3.

Курсовая работа – это квалификационное письменное задание, выполняемое студентом в течение семестра для более глубокого ознакомления с проблематикой дисциплины. Цель курсовой работы - закрепление и углубление теоретических знаний, полученных при изучении учебных дисциплин ОПОП, формирование у студентов профессиональных компетенций и навыков самостоятельного решения профессиональных задач. В ходе выполнения курсовой работы студент осваивает нормы ведения научно-исследовательской деятельности, учится сортировать и анализировать материал, проводить самостоятельные изыскания, а затем системно излагать и правильно оформлять их, чтобы наглядно и убедительно продемонстрировать результаты своего труда.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме зачета в «4» семестре. К моменту сдачи зачета должны быть успешно пройдены предыдущие формы контроля. Зачет позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

### **9.1. Балльно–рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов**

Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов учебным планом не предусмотрена.

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

Зачет проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины, изученного студентами в семестре «4» в устной форме. Перечень вопросов и задач, выносимых на зачет, обсуждаются на заседании кафедры и утверждаются заведующим кафедрой.

Устный опрос оценивается:

- «зачет», обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;
- «не зачет», обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Письменный опрос оценивается:

- «зачет», обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы;
- «не зачет», обучающийся показывает не удовлетворительные знания.

Защита курсовой работы проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины. При защите проверяются:

- правильность численных результатов;
- понимание студентом смысла выполняемого задания;
- последовательность выполнения заданий;
- способность применить полученные теоретические знания на практике.

Защита курсовой работы проводится в объеме материала рабочей программы дисциплины. При защите проверяются:

- правильность численных результатов;
- понимание студентом смысла выполняемого задания;
- последовательность выполнения заданий;
- способность применить полученные теоретические знания на практике.

### 9.3. Темы курсовых работ (проектов) по дисциплине

Тема курсовой работы «Математическое моделирование процессов ОВД».

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

Обеспечивающая дисциплина «Математика»

1. Множества. Логические операции с множествами.
2. Определение события. Классическая формула вероятности события.
3. Числовые характеристики случайных величин.
4. Способы представления графа. Путь, цикл, сети.
5. Каноническая задача линейного программирования.
6. Транспортная задача.
7. Математические модели простейших систем и процессов.

Обеспечивающая дисциплина «Теория транспортных систем»

1. Основные элементы транспортной системы, схема их взаимодействия.
2. Характерные особенности управленческих задач в транспортной системе.
3. Дайте определение понятия модели процесса.
4. Формулировка задачи оптимизации транспортных процессов.
5. Характеристика процесса принятия решений.
6. Приведите постановку транспортной задачи линейного программирования.

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

| Критерии оценивания компетенций  | Показатели оценивания компетенций   | Описание шкалы оценивания   |
|--|---|---|
| умением использовать основные приемы обработки экспериментальных данных при решении профессиональных задач (ПК-25);<br><i>Знать:</i> | цели, основные характеристики и способы постановки, формализации и решения задач системы УВД; | Шкала оценивания для промежуточной аттестации:<br>«5» - заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое знание учебного программного материала, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, глубоко усвоивший основ- |
| <i>Уметь:</i>  | оценивать процессы УВД и формализовыв-  |   |

| Критерии оценивания компетенций  | Показатели оценивания компетенций  | Описание шкалы оценивания  |
|--|--|--|
|  | вать их в виде моделей;  | ную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению, ответ отличается точностью использованных терминов, материал излагается последовательно и логично.  |
| <i>Владеть:</i>  | методами теории управления в сложных энергетических системах управления динамическими объектами;                         | «4» - заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению. |
| способностью и готовностью к подготовке данных для принятия решений при управлении транспортными системами в различных условиях, проведению анализа эффективности функционирования транспортных систем (ПК-35);<br><i>Знать:</i> | алгоритмы моделирования характерных процессов системы УВД;   | «4» - заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению. |
| <i>Уметь:</i>  | формулировать цель исследования процесса и выбирать метод решения и разрабатывать показатели эффективности процессов УВД | «4» - заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению. |
| <i>Владеть:</i>  | методами комплексной оценки качества процессов в системе УВД;  | «4» - заслуживает студент, обнаруживший достаточно полное знание учебно-программного материала, не допускающий в ответе существенных неточностей, самостоятельно выполнивший все предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, активно работавший на практических занятиях, показавший систематический характер знаний по дисциплине, достаточный для дальнейшей учебы, а также способность к их самостоятельному пополнению. |
| способностью и готовностью определять эффективность технико-технологических, организационных и управленческих мероприятий и решений (ПК-39);   | принципы применения методологии исследования операций в системе УВД;   | «3» - заслуживает студент, обнаруживший знание основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профес-  |



| Критерии оценивания компетенций | Показатели оценивания компетенций   | Описание шкалы оценивания  |
|---------------------------------|---|--|
| <i>Знать:</i>                   |   | <p>сии, не отличавшийся активностью на практических занятиях, самостоятельно выполнивший основные предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой, однако допустивший некоторые погрешности при их выполнении и в ответе на зачете, но обладающий необходимыми знаниями для устранения под руководством преподавателя допущенных погрешностей.</p> <p>«2» - выставляется студенту, в случае не соответствия требованиям по выставлению оценок «5», «4», «3».</p> |
| <i>Уметь:</i>                   | решать наиболее характерные задачи оптимизаций процессов в системе УВД и определять допустимые значения характеристик процессов в системе УВД |  |
| <i>Владеть:</i>                 | методами комплексной оценки качества процессов в системе УВД;   |  |

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

##### **Примерный перечень вопросов для УО:**

1. История появления научного направления, связь с другими науками, основные понятия и определения.
2. Характеристики задач формирования управляющих решений.
3. Математическая модель операции.
4. Общая постановка задачи исследования операций в системе УВД.
5. Структура процессов принятия решений в процессах организации, планирования и непосредственного УВД.
6. Формирование рече-функциональных актов (РФА).
7. Мотивация, обратная задача оптимизации, многокритериальность процессов УВД.
8. Виды моделей; модели загруженности диспетчеров УВД, модели простейшего контура управления, планирование полётов и организации воздушного движения.

### **Примерный перечень вопросов для ПО:**

1. Правила структуризации частных показателей эффективности, нечёткие множества, лингвистические переменные.
2. Метод аналитической иерархии, взвешенной суммы и компромиссные методы процессов принятия решений.
3. Задача линейного программирования.
4. Основная задача линейного программирования.
5. Графический и алгебраический методы решения задач линейного программирования.
6. Определение двойственной задачи.
7. Двойственность и анализ моделей при моделировании процессов УВД.
8. Примеры задач целочисленного программирования в системе УВД.

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

1. Методы решения задач целочисленного программирования.
2. Метод отсекающих плоскостей.
3. Метод ветвей и границ.
4. Частичный перебор в задачах с булевыми переменными.
5. Задачи теории игр и статистических решений.
6. Антагонистические игры.
7. Игры со смешанными стратегиями.
8. Свойства и методы решения матричных игр.
9. Нижняя и верхняя цена игры.
10. Принцип минимакса.
11. Решение игры в смешанных стратегиях.
12. Решение конечных игр методом итераций.
13. Принцип гарантированного подхода.
14. Критерий Вальда, Гурвица, Сэвиджа.
15. Неантагонистические игры.
16. Некооперативные игры.
17. Кооперативные игры.
18. Моделирование процессов УВД в виде задач линейного программирования транспортного вида.
19. Задачи маршрутизации, максимального потока, венгерский метод решения.
20. Сети и потоки при моделировании процессов УВД.
21. Сетевые методы и алгоритмы при моделировании.
22. Нелинейные задачи оптимизации.
23. Градиентные методы и метод множителей Лагранжа и условий Куна-Таккера.
24. Элементы задачи динамического программирования.

- 25.Общая постановка задачи динамического программирования.
- 26.Интерпретация управления в фазовом пространстве.
- 27.Задача распределения ресурсов.
- 28.Решение линейных оптимизационных задач методом динамического программирования.
- 29.Основные компоненты моделей массового обслуживания.
- 30.Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики.
- 31.Одноканальная СМО с отказами.
- 32.Многоканальная СМО с отказами.
- 33.Одноканальная СМО с ожиданием.
- 34.Многоканальная СМО с ожиданием.
- 35.СМО с ограниченным временем ожидания.
- 36.Анализ очередей.
- 37.Системы массового обслуживания с приоритетами.
- 38.Замкнутые системы массового обслуживания.
- 39.Системы массового обслуживания с не пуассоновскими потоками событий.
- 40.Принятие решений с использованием моделей массового обслуживания.
- 41.Применение имитационного моделирования при исследовании процессов УВД.
- 42.Метод статистических испытаний (Монте-Карло).
- 43.Приемы построения и эксплуатации имитационных моделей.
- 44.Получение наблюдений при моделировании.
- 45.Оптимизация в имитационном моделировании.
- 46.Физическое моделирование процессов УВД.
- 47.Тренажёры и тренажёрные комплексы.
- 48.Интеллектуальные и когнитивные методы в тренажёрных комплексах.

## **10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины**

По итогам освоения дисциплины проводится промежуточная аттестация в форме зачета и предполагает устный ответ студента.

Зачет является заключительным этапом изучения дисциплины и имеет целью проверить и оценить учебную работу студентов, уровень полученных ими знаний, умение применять их к решению практических задач, овладение практическими навыками в объеме требований образовательной программы на промежуточном этапе формирования компетенций ПК-25; ПК-35; ПК-39.

Зачет по дисциплине проводится в «4» семестре. К зачету допускаются студенты, выполнившие все требования учебной программы. Зачет принимается преподавателем, ведущим занятия в данной группе по данной дисциплине, а

также лектором данного потока, в помощь, решением заведующего кафедрой, могут назначаться преподаватели, ведущие занятия по данной дисциплине.

Важнейшей частью образовательного процесса дисциплины являются учебные занятия. В ходе занятий осуществляется теоретическое обучение студентов, привитие им необходимых умений и практических навыков по дисциплине.

Учебные занятия начинаются и заканчиваются по времени в соответствии с утвержденным режимом СПбГУ ГА в аудиториях согласно семестровым расписаниям. На занятиях, предусмотренных расписанием, обязаны присутствовать все обучающиеся. Освобождение студентов от занятий может проводиться только деканатом. Преподаватель обязан лично контролировать наличие студентов на занятиях.

Основными видами учебных занятий по дисциплине являются лекции, практические занятия. Виды учебных занятий определяются рабочей программой дисциплины.

Лекции являются одним из важнейших видов образовательных технологий и составляют основу теоретической подготовки студентов по дисциплине. Они должны давать систематизированные основы научных знаний по дисциплине, концентрировать внимание студентов на наиболее сложных, проблемных вопросах, стимулировать их активную познавательную деятельность и способствовать формированию творческого мышления.

Каждая лекция должна представлять собой устное изложение лектором основных теоретических положений изучаемой дисциплины или отдельной темы как логически законченное целое и иметь конкретную целевую установку. Лекции должны носить, как правило, проблемный характер. Основным методом в лекции выступает устное изложение лектором учебного материала, сопровождающееся демонстрацией схем, плакатов, моделей.

Порядок изложения материала лекции отражается в плане ее проведения.

Особое место в лекционном курсе по дисциплине занимают вводная и заключительная лекции.

Вводная лекция должна давать общую характеристику изучаемой дисциплины и кратко знакомить студентов с содержанием и структурой курса, а также с организацией учебной работы по нему.

Заключительная лекция должна давать научно-практическое обобщение изученной дисциплины, показывать перспективы развития изучаемой области знаний, навыков и практических умений.

Практические занятия по дисциплине имеют целью:

- углубление, расширение и конкретизацию теоретических знаний, полученных на лекции, до уровня, на котором возможно их практическое использование;
- экспериментальное подтверждение положений и выводов, изложенных в теоретическом курсе, и усиление доказательности обучения;

- отработку навыков и умений в пользовании графиками, схемами, матрицами информационно-аналитической работы;
- отработку умения использования ПК;
- проверку теоретических знаний.

Основу практических занятий составляет работа каждого обучаемого (индивидуальная и (или) коллективная, по приобретению умений и навыков использования закономерностей, принципов, методов, форм и средств, составляющих содержание дисциплины в профессиональной деятельности и в подготовке к изучению дисциплин, формирующих компетенции выпускника). Практическим занятиям предшествуют лекции и целенаправленная самостоятельная подготовка студентов, поэтому практические занятия нужно начинать с краткого обзора цели занятия, напоминания о его связи с лекциями, и формирования контрольных вопросов-заданий, которые должны быть решены на данном занятии.

По результатам контроля знаний и умений преподаватель должен провести анализ хода и итогов практических занятий, отметить успехи студентов в решении учебной задачи, а также недостатки и ошибки, разобрать их причины и дать методические указания к их устранению. Таким образом, практические занятия являются важной формой обучения, в ходе которых знания студентов превращаются в профессиональные необходимые умения, навыки и компетенции.

Самостоятельная работа вид учебной деятельности, выполняемый студентом без непосредственного контакта с преподавателем опосредовано, через специальные учебные материалы; неотъемлемое обязательное звено процесса обучения, предусматривающее, прежде всего индивидуальную работу учащихся в соответствии с установкой преподавателя или учебника, программы обучения.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 162001 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 22 «Организации и управления в транспортных системах»

«20» января 2015 года, протокол № 5/01-15

Разработчики:

д.т.н., проф.

Крыжановский Г.А.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы разработчиков)

Заведующий кафедрой № 22 «Организации и управления в транспортных системах»

д.т.н., проф.

Крыжановский Г.А.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы заведующего кафедрой)

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

к.т.н., доц.

Михальчевский Ю.Ю.

(ученая степень, ученое звание, фамилия и инициалы руководителя ОПОП)

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно-методического совета Университета «21» января 2015 года, протокол № 4.

С изменениями и дополнениями от «30» августа 2017 года, протокол № 10 (в соответствии с Приказом от 5 апреля 2017 г. № 301 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»).