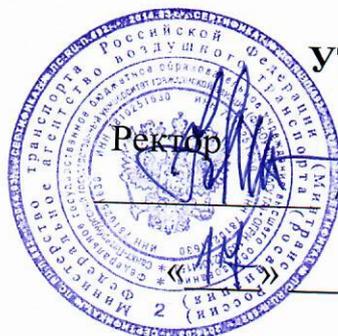




**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ»**



УТВЕРЖДАЮ

Ю.Ю. Михальчевский

ев

2021 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Теория управления воздушным движением

Специальность

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

Специализация

Организация воздушного движения

Квалификация выпускника

инженер

Форма обучения

очная

Санкт-Петербург

2021

1 Цели освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теория управления воздушным движением» является:

– формирование у студентов способностей использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин для моделирования и исследования процессов управления и организации воздушного движения, в том числе с использованием автоматизированных систем управления воздушным движением;

– формирование у студентов способностей использовать основные понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем по оптимизации процессов и принятию решений в системе управления и организации воздушного движения в условиях неопределенности для повышения их эффективности.

Задача дисциплины «Теория управления воздушным движением» в формировании у студентов знаний, умений и навыков по основам деятельности в системе организации воздушного движения.

Дисциплина обеспечивает подготовку обучающегося к решению задач профессиональной деятельности эксплуатационно-технологического типа.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Теория управления воздушным движением» представляет собой дисциплину, относящуюся к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Теория управления воздушным движением» базируется на результатах обучения, полученных при изучении дисциплин: « », « », « ».

Дисциплина «Теория управления воздушным движением» является обеспечивающей для дисциплин: «Высшая математика», «Теория транспортных систем», «Физика», «Механика», «Аэродинамика и динамика полета», «Аэронавигация», «Электротехника и электроника», «Методы анализа профессиональных задач персонала обслуживания воздушного движения», «Методы управления воздушным движением», «Авиационная метеорология», «Инженерная графика», «Информатика».

Дисциплина изучается в 8 семестре.

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Процесс освоения дисциплины «Теория управления воздушным движением» направлен на формирование следующих компетенций:

Код компетенции / индикатора	Результат обучения: наименование компетенции; индикаторы компетенции
ОПК-10	Способен использовать основные законы математических и естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, в том числе с использованием программных средств
ИД ² _{ОПК10}	Использует основные законы математики и естественных наук, в том числе для решения профессиональных задач, применяет программные средства.
ОПК-11	Способен использовать основные понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем для решения задач профессиональной деятельности
ИД ² _{ОПК11}	Использует понятия, принципы, законы и закономерности общей и прикладной теории систем для решения задач профессиональной деятельности.

Планируемые результаты изучения дисциплины:

Знать:

- цели, задачи и характеристики процессов функционирования системы организации воздушного движения;
- характеристики процессов управления движением;
- методы исследования, моделирования и оптимизации процессов управления и организации воздушного движения;
- методы системного анализа при исследовании системы организации воздушного движения;
- методы оптимизации процессов планирования использования воздушного пространства;

Уметь:

- определять количественные характеристики процессов организации воздушного движения;
- определять эффективность использования воздушного пространства;
- разрабатывать математические модели процессов управления и организации воздушного движения;
- разрабатывать модели оптимизации использования воздушного пространства;

Владеть:

- методами исследования процессов управления и организации воздушного движения;
- методами оценки эффективности использования воздушного пространства;
- методами математического моделирования процессов управления и организации воздушного движения;
- методами оптимизации потоков воздушного движения;
- методами оптимизации использования воздушного пространства.

4 Объем дисциплины и виды учебной работы

Темы дисциплины	Количество часов	Компетенции		Образовательные технологии	Оценочные средства
		ОПК-10	ОПК-10		
Тема 6. Эффективность процессов управления и организации воздушного движения	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	У
Тема 7. Оптимизация процессов организации и управления воздушным движением	12	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, Д, Т
Тема 8. Оптимизация процессов и принятие решений в системе управления и организации воздушного движения в условиях неопределенности	20	+	+	Л, ПЗ, СРС	У, Д, Т
Всего по дисциплине	108				
Промежуточная аттестация	36				
Итого по дисциплине	144				

Сокращения: Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, СРС – самостоятельная работа студента, У – устный опрос, Д – доклад, Т – тест.

5.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 1. Общая характеристика системы управления и организации воздушного движения	4	4	–	–	4	–	12
Тема 2. Этапы и эффективность функционирования системы управления и организации воздушного движения	4	4	–	–	4	–	12
Тема 3. Моделирование процессов управления и организации воздушного движения	4	4	–	–	4	–	12
Тема 4. Направления математического моделирования процессов управления и организации воздушного движения	4	4	–	–	4	–	12
Тема 5. Исследование процессов в системе управления и организации воздушного движения	4	4	–	–	4	–	12
Тема 6. Эффективность процессов управления и организации воздушного движения	4	4	–	–	4	–	12

Наименование темы дисциплины	Л	ПЗ	С	ЛР	СРС	КР	Всего часов
Тема 7. Оптимизация процессов организации и управления воздушным движением	4	4	–	–	4	–	12
Тема 8. Оптимизация процессов и принятие решений в системе управления и организации воздушного движения в условиях неопределенности	8	4			8		20
Всего по дисциплине	36	32	–	–	36	–	108
Промежуточная аттестация							36
Итого по дисциплине							144

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

5.3 Содержание дисциплины

Тема 1. Общая характеристика системы управления и организации воздушного движения

Определение, цели функционирования системы управления и организации воздушного движения. Общая характеристика и этапы исследования задач управления и организации воздушного движения. Иерархические активные организационно-технические системы. Системный подход к исследованию процессов управления и организации воздушного движения. Структурный и функциональный анализ системы управления и организации воздушного движения.

Тема 2. Этапы и эффективность функционирования системы управления и организации воздушного движения

Основные периоды, этапы и процессы функционирования системы управления и организации воздушного движения. Взаимосвязанность процессов управления и организации воздушного движения. Принцип декомпозиции в исследовании процессов в системе управления и организации воздушного движения. Основные количественные характеристики процессов в системе управления и организации воздушного движения. Эффективность системы управления и организации воздушного движения. Комплексные показатели эффективности этапов функционирования системы управления и организации воздушного движения.

Тема 3. Моделирование процессов управления и организации воздушного движения

Задачи моделирования и классификация моделей процессов управления и организации воздушного движения. Понятие состояния процессов. Проблема многокритериальности и учета неопределенности при моделировании процессов управления и организации воздушного движения. Модели принятия решений в системе управления и организации воздушного движения.

Имитационное, компьютерное моделирование, диалоговые режимы моделирования. Модели больших, эргатических, интеллектуальных, иерархических систем.

Тема 4. Направления математического моделирования процессов управления и организации воздушного движения

Процессы этапа непосредственного управления воздушного движения. Процессы планирования использования воздушного пространства и организации потоков воздушного движения. Процессы организации воздушного движения и аэронавигационного обслуживания. Процессы синтеза структуры и организации воздушного пространства. Процессы профессиональной подготовки, сертификации и оценки профессионального уровня специалистов по управлению воздушным движением. Замкнутая модель простейшего контура управления системы аэронавигационного обслуживания.

Тема 5. Исследование процессов в системе управления и организации воздушного движения

Методы построения математических моделей процессов управления воздушным движением. Оценка, прогноз и фильтрация процессов управления воздушным движением. Планирование экспериментов при идентификации процессов управления воздушным движением. Методы обработки количественных экспериментальных данных. Экспертные оценки и методы их обработки.

Тема 6. Эффективность процессов управления и организации воздушного движения

Основные требования к разработке системы показателей эффективности. Обоснование показателей эффективности процессов в системе управления и организации воздушного движения. Оценка эффективности процессов управления и организации воздушного движения в случае их неформализуемости. Методы синтеза комплексных показателей эффективности управления и организации воздушного движения.

Тема 7. Оптимизация процессов организации и управления воздушным движением

Модели и методы оптимизации процессов управления и организации воздушного движения. Задачи математического программирования при оптимизации процессов управления и организации воздушного движения. Исследование оптимальности и параметрическая оптимизация процессов управления и организации воздушного движения. Нелинейное программирование процессов управления и организации воздушного движения. Оптимизация динамических процессов управления воздушным движением. Методы многокритериальной оптимизации процессов управления и организации воздушного движения.

Тема 8. Оптимизация процессов и принятие решений в системе управления и организации воздушного движения в условиях неопределенности

Типы неопределенности. Способы учета условий неопределенности. Оптимизация процессов принятия решения в расчете на наихудший случай.

Принятие решений при нечетких исходных условиях. Игровые модели при оптимизации и принятии решений процессов управления и организации воздушного движения. Модели коллективного принятия решений в системе управления и организации воздушного движения.

5.4 Практические занятия

Номер темы дисциплины	Тематика практических занятий	Трудовые часы
1	Практическое занятие №1. Применение методологии системного анализа при исследовании системы управления и организации воздушного движения	2
1	Практическое занятие №2. Исследование примеров структурного построения систем управления и организации воздушного движения. Применение принципа декомпозиции при исследовании процессов в управлении и организации воздушного движения	2
2	Практическое занятие №3. Расчет количественных характеристик процессов в системе управления и организации воздушного движения. Расчет количественных значений показателей эффективности этапов функционирования системы управления и организации воздушного движения	4
3	Практическое занятие №4. Исследование этапов и реализация процесса принятия решений для конкретной ситуации. Исследование примеров применения имитационного и компьютерного моделирования процессов управления и организации воздушного движения	4
4	Практическое занятие №5. Практическое применение моделей этапа непосредственного управления воздушного движения	2
4	Практическое занятие №6. Практическое применение моделей планирования использования воздушного пространства и организации потоков воздушного движения. Практическое применение моделей процессов организации воздушного движения и аэронавигационного обслуживания	1
4	Практическое занятие №7. Практическое	1

	применение моделей синтеза структуры и организации воздушного пространства. Построение простейшего контура управления системы аэронавигационного обслуживания для конкретной рабочего места органа ОВД	
5	Практическое занятие №8. Задача планирования экспериментов в целях идентификации процессов системы. Задача обработки экспериментальных данных	4
6	Практическое занятие №9. Обоснование выбора системы показателей для оценки эффективности процессов управления и организации воздушного движения.	2
6	Практическое занятие №10. Оценка эффективности процессов управления и организации воздушного движения на основе выбранной системы показателей	2
7	Практическое занятие №11. Применение методов решения задач линейного программирования при оптимизации процессов управления и организации воздушного движения. Применение методов сетевого планирования при оптимизации процессов управления и организации воздушного движения.	1
7	Практическое занятие №12. Применение методов решения задач нелинейного программирования при оптимизации процессов управления и организации воздушного движения. Применение методов решения задач динамического программирования при оптимизации процессов управления и организации воздушного движения	1
7	Практическое занятие №13. Применение методов многокритериальной оптимизации при оптимизации процессов управления и организации воздушного движения	2
8	Практическое занятие №14. Практическое применение способов учета неопределенности в оптимизационных задачах. Применение моделей оптимизации и принятия решений в нечетких условиях	1
8	Практическое занятие №15. Практическое применение игровых моделей при оптимизации процессов управления и организации воздушного движения	1

8	Практическое занятие №16. Исследование моделей коллективного принятия решений при управлении и организации воздушного движения	2
Итого по дисциплине		32

5.5 Лабораторный практикум

Лабораторный практикум учебным планом не предусмотрен.

5.6 Самостоятельная работа

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (ЧАСЫ)
1	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 2, 6, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу.	4
2	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу.	4
3	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 5, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к тесту. 4. Подготовка доклада.	4
4	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 2, 3, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу.	4
5	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 2, 3, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к тесту. 4. Подготовка доклада.	4

Номер темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудо-емкость (ЧАСЫ)
6	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу.	4
7	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 6, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к тесту. 4. Подготовка доклада.	4
8	1. Самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала по теме. [1, 4, 5, 6, 7-10] 2. Подготовка к устному опросу. 3. Подготовка к тесту. 4. Подготовка доклада.	8
Итого по дисциплине		36

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, 2018. — 515 с. — (Специалист). — ISBN 978-5-534-06502-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/book/osnovy-organizacii-vozdushnogo-dvizheniya-441985> (дата обращения: 29.04.2021) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2 Бестугин А.Р. Автоматизированные системы управления воздушным движением: учеб. пособие / А.Р. Бестугин, М.А. Велькович, А.В. Володягин, М.К. Гимишян, В.П. Иванов, В.В. Купин, А.П. Плясовских, А.Д. Филин, А.Ю. Шатраков, Р.Р. Аюпов, О.А. Кисилев, О.В. Панкова; под науч. ред. Ю.Г. Шатракова. – СПб.: ГУАП, 2013. – 450 с. – 100 экз.

б) дополнительная литература:

3 Воздушный кодекс Российской Федерации. Федеральный закон N 60-ФЗ. 19 марта 1997 года. [Электронный ресурс]. Режим доступа: Консультант Плюс/ http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_13744/ Открыть

полный текст документа. Открыть документ в некоммерческой версии (дата обращения 08.05.2021)

4 Федеральные авиационные правила «Организация воздушного движения в Российской Федерации», утвержденные приказом Минтранса России от 25.11.2011г. №293. [Электронный ресурс]. Режим доступа: Консультант Плюс http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_124909/

5 Открыть документ в некоммерческой версии (дата обращения 08.05.2021)

6 Федеральные авиационные правила "Радиотехническое обеспечение полетов воздушных судов и авиационная электросвязь в гражданской авиации". Утверждены приказом Минтранса России от 20 октября 2014 г. N 297. [Электронный ресурс]. Режим доступа: Консультант Плюс/http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_172361/ Открыть полный текст документа. Открыть документ в некоммерческой версии Консультант Плюс. (дата обращения 08.05.2021)

7 Федеральные авиационные правила "Предоставление метеорологической информации для обеспечения полетов воздушных судов". Утверждены приказом Минтранса России от 3 марта 2014 г. N 60[Электронный ресурс]. Режим доступа: Консультант Плюс/http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_169199/ Открыть полный текст документа. Открыть документ в некоммерческой версии Консультант Плюс. (дата обращения 08.05.2021)

8 Конвенция о международной гражданской авиации. (Doc 7300). 8-е издание, 2000 г. – 111 с. http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_133602/ (дата обращения 12.05.2021)

9 Обслуживание воздушного движения. Приложение 11 к Конвенции о международной гражданской авиации; 14-е изд. – Монреаль, Канада: ИКАО, июль 2016 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atc.spb.ru/RD/11.pdf> свободный (дата обращения 22.03.2021).

10 Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения. / Док. ИКАО 4444 АТМ/501. 16-е изд. – Монреаль, Канада: ИКАО, 2016. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://atc.spb.ru/RD/4444.pdf> свободный (дата обращения 22.03.2021).

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

11 Министерство транспорта Российской Федерации. Официальный сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://mintrans.gov.ru/>, свободный (дата обращения: 12.01.2021).

12 **Электронная библиотека научных публикаций «eLIBRARY.RU»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://elibrary.ru/>. - свободный (дата обращения 12.01.2021).

13 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/> – свободный (дата обращения 12.01.2021).

14 **Федеральное агентство воздушного транспорта. Росавиация** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://favl.gov.ru/> свободный (дата обращения: 06.05.2021).

15 ФГУП «Государственная корпорация по организации воздушного движения в Российской Федерации». [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://gkovd.ru/> свободный (дата обращения: 06.05.2021).

16 Международная организация гражданской авиации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://icao.int/Pages/default.aspx> свободный (дата обращения: 06.05.2021).

17 Flightradar24. LIVE AIR TRAFFIC [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.flightradar24.com>, свободный (дата обращения 05.05.2021).

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

18 **Единое окно доступа к образовательным ресурсам** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://window.edu.ru>, свободный (дата обращения: 19.01.2021).

19 **Консультант Плюс** [Электронный ресурс]: официальный сайт компании Консультант Плюс. — Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>, свободный (дата обращения: 19.01.2021).

20 **Гарант РУ** Информационно-правовой портал [Электронный ресурс] — Режим доступа: <https://www.garant.ru/> свободный (дата обращения: 04.05. 2021)

21 **Библиотека СПбГУ ГА** [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spbguga.ru/objects/e-library/> свободный (дата обращения 25.05.2021)

22 **Электронно-библиотечная система издательства «Лань»** [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <http://e.lanbook.com/>— свободный(дата обращения: 19.01.2021).

23 **Информационно-правовой портал** [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.garant.ru/> – свободный (дата обращения 12.01.2021).

24 **Правовой информационный ресурс** [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.consultant.ru/> – свободный (дата обращения 12.01.2021).

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: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Лекция составляет основу теоретического обучения в рамках дисциплины и направлена на систематизированное изложение накопленных и актуальных научных знаний. На лекции концентрируется внимание обучающихся на наиболее сложных и узловых вопросах, стимулируется их активная познавательная деятельность.

Ведущим методом в лекции выступает устное изложение учебного материала, который сопровождается одновременной демонстрацией слайдов, созданных в среде PowerPoint, при необходимости привлекаются открытые Интернет-ресурсы, а также демонстрационные и наглядно-иллюстрационные материалы, видеоматериалы.

Практическое занятие выполняется в целях практического закрепления теоретического материала, излагаемого на лекции, отработки навыков использования пройденного материала. Практическое занятие предполагает анализ ситуаций и примеров, а также исследование актуальных проблем по темам дисциплины. Главной целью практического занятия является индивидуальная, практическая работа каждого обучающегося, направленная на формирование у него компетенций, определенных в рамках дисциплины.

Самостоятельная работа студента (обучающегося) является составной частью учебной работы. Ее основной целью является формирование навыка самостоятельного приобретения знаний по некоторым не особо сложным вопросам теоретического курса, закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков во время лекций и практических занятий, самостоятельная работа с литературой и периодическими изданиями, в том числе находящимися в глобальных компьютерных сетях.

Самостоятельная работа подразумевает самостоятельный поиск, анализ информации, проработку учебного материала, конспектирование материала, подготовку докладов, подготовку к тестам, устным опросам.

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.

Текущий контроль успеваемости включает устные опросы, тесты,

доклады по темам дисциплины.

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в виде экзамена в 8 семестре. К моменту сдачи экзамена должны быть пройдены предыдущие формы текущего контроля. Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины.

Устный опрос

Устный опрос проводится на практических занятиях с целью контроля усвоения теоретического материала, излагаемого на лекции. Устный опрос проводится, как правило, в течение 10 минут. Перечень вопросов определяется уровнем подготовки учебной группы, а также индивидуальными особенностями обучающихся.

При оценке опросов анализу подлежит точность формулировок, связность изложения материала, обоснованность суждений, опора на учебную литературу и т.д.

Также анализируется понимание обучающимся конкретной ситуации, способность обоснования выбранной точки зрения, глубина проработки практического материала.

Тестирование

Тестирование проводится, как правило, в течение 10 минут по темам в соответствии с данной программой и предназначено для проверки обучающихся на предмет освоения пройденного материала.

Доклад

Доклад – один из видов самостоятельной работы студентов, который представляется в печатной или рукописной форме, также обучающемуся необходимо сделать устный доклад продолжительностью 7–10 минут. Доклад предназначен для развития способности к восприятию, анализу, критическому осмыслению, систематизации информации и отработки навыков грамотного и логичного изложения материала.

Экзамен

Экзамен позволяет оценить уровень освоения компетенций за весь период изучения дисциплины. Проведение экзамена состоит из ответов на вопросы билета. Экзамен предполагает ответ на теоретические вопросы из перечня вопросов, вынесенных на экзамен и решение практической задачи. К моменту сдачи экзамена должны быть пройдены предыдущие формы текущего контроля.

9.1 Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов

Балльно-рейтинговая оценка текущего контроля успеваемости и знаний студентов не применяется.

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

Шкалы оценивания

Устный опрос

«Отлично»: обучающийся четко и ясно, по существу дает ответ на поставленный вопрос.

«Хорошо»: обучающийся дает ответ на поставленный вопрос по существу и правильно отвечает на уточняющие вопросы.

«Удовлетворительно»: обучающийся не сразу дал верный ответ, но смог дать его правильно при помощи ответов на наводящие вопросы.

«Неудовлетворительно»: обучающийся отказывается отвечать на поставленный вопрос, либо отвечает на него неверно и при формулировании дополнительных (вспомогательных) вопросов.

Тестирование

«Отлично»: правильные ответы даны на не менее чем 85 % вопросов.

«Хорошо»: правильные ответы даны на не менее чем 75 % вопросов.

«Удовлетворительно»: правильные ответы даны на не менее чем 60% вопросов.

«Неудовлетворительно»: правильные ответы даны на 59% вопросов и менее.

Доклад

Доклад, соответствующий требованиям, оценивается на «отлично».

Доклад, не соответствующий требованиям, оценивается на «неудовлетворительно».

Доклад, соответствующий требованиям не полностью, может быть оценен на «хорошо» или на «удовлетворительно».

Основаниями для выставления оценки «отлично» являются:

- грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса;
- актуальность используемых в докладе сведений;
- высокое качество изложения материала докладчиком;
- способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;

- уверенные ответы на заданные в ходе обсуждения вопросы;
- отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

Основаниями для выставления оценки «хорошо» являются:

- грамотное, связное и непротиворечивое изложение сути вопроса;
- актуальность используемых в докладе сведений;
- удовлетворительное качество изложения материала докладчиком;

- способность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;

- уверенные ответы на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов;

- отсутствие у преподавателя обоснованных сомнений в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

Основаниями для выставления оценки «удовлетворительно» являются:

- отсутствие грамотного, связного и непротиворечивого изложения сути вопроса;

- использование в докладе устаревших сведений.

Основаниями для выставления оценки «неудовлетворительно» являются:

- неудовлетворительное качество изложения материала докладчиком;
- неспособность обучающегося сделать обоснованные выводы или рекомендации;

- неспособность ответить на большую часть заданных в ходе обсуждения вопросов;

- обоснованные сомнения в самостоятельности выполнения задания обучающимся.

За активное участие в обсуждении докладов и вопросов обучающиеся могут быть поощрены дополнительным баллом.

Экзамен

«*Отлично*» выставляется обучающемуся, показавшему всесторонние, систематизированные, глубокие знания по рассматриваемой компетенции и умение уверенно применять их на практике при решении задач, свободное и правильное обоснование принятых решений. Отвечая на вопрос, может быстро и безошибочно проиллюстрировать ответ собственными примерами. Обучающийся самостоятельно правильно решает задачу, дает обоснованную оценку итогам решения.

«*Хорошо*» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, умеет применять полученные знания на практике, но допускает в ответе или в решении задачи некоторые неточности, хорошо владеет всем содержанием, видит взаимосвязи, но не всегда делает это самостоятельно без помощи преподавателя. Обучающийся решает задачу верно, но при помощи преподавателя.

«*Удовлетворительно*» выставляется обучающемуся, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно правильные формулировки базовых понятий, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, но при этом он владеет основными разделами учебной программы в рамках заданной компетенции, необходимыми для дальнейшего обучения и может применять полученные знания по образцу в стандартной ситуации. Отвечает только на конкретный вопрос, соединяет знания из разных разделов курса только при наводящих вопросах преподавателя. Ситуационная задача решена не полностью, или содержатся

незначительные ошибки в расчетах.

«Неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает большей части основного содержания учебной программы дисциплины в рамках компетенций, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины и не умеет использовать полученные знания при решении типовых практических задач. Не раскрыты глубина и полнота при ответах. Задача не решена даже при помощи преподавателя.

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

Дисциплина «Теория управления воздушным движением» изучается обучающимися в 8 семестре, в связи с этим входной контроль остаточных знаний не проводится.

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

Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
I этап		
ОПК-10; ОПК-11	ИД ² _{ОПК10} ИД ² _{ОПК11}	Знает: – цели, задачи и характеристики процессов функционирования системы организации воздушного движения; – характеристики процессов управления движением; – методы исследования, моделирования и оптимизации процессов управления и организации воздушного движения; – методы системного анализа при исследовании системы организации воздушного движения; – методы оптимизации процессов

Компетенции	Показатели оценивания (индикаторы достижения) компетенций	Критерии оценивания
		планирования использования воздушного пространства; Умеет: – определять количественные характеристики процессов организации воздушного движения; – определять эффективность использования воздушного пространства;
II этап		
ОПК-10; ОПК-11	ИД ² _{ОПК10} ИД ² _{ОПК11}	Умеет: – разрабатывать математические модели процессов управления и организации воздушного движения; – разрабатывать модели оптимизации использования воздушного пространства; Владеет: – методами исследования процессов управления и организации воздушного движения; – методами оценки эффективности использования воздушного пространства; – методами математического моделирования процессов управления и организации воздушного движения; – методами оптимизации потоков воздушного движения; – методами оптимизации использования воздушного пространства.

9.6 Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам обучения по дисциплине

Типовые контрольные задания для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы устного опроса:

1. Обязанности органа ОВД при предоставлении диспетчерского ОВД.
2. Диспетчерские пункты и процедуры аэродромного диспетчерского обслуживания.

3. Виды и общие правила выполнения полетов в воздушном пространстве Российской Федерации.

4. Безопасные высоты и эшелоны.

5. Система и установленные минимальные интервалы вертикального эшелонирования в воздушном пространстве Российской Федерации.

6. Обслуживание с использованием систем наблюдения обслуживания воздушного движения.

7. История появления научного направления, связь с другими науками, основные понятия и определения.

8. Характеристики задач формирования управляющих решений.

9. Математическая модель операции.

10. Общая постановка задачи исследования операций в системе УВД.

11. Структура процессов принятия решений в процессах организации, планирования и непосредственного УВД.

12. Формирование рече-функциональных актов (РФА).

13. Мотивация, обратная задача оптимизации, многокритериальность процессов УВД.

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

Примеры типовых расчетных задач для решения на практических занятиях и проведения промежуточной аттестации

Пример 1.

Рассчитать с вероятностью 0,9773 не нарушения правил УВД время обслуживания и пропускную способность ВПП в режиме "посадка". В аэропорту эксплуатируется два типа ВС: 60% - ВС первого класса скоростей и 40% - ВС второго класса. Время задано в секундах. Время полета «БПРМ – торец ВПП» - t_1 . Время пробега и освобождение ВПП – t_2 . Погрешности соответственно: σ_1 , σ_2 .

1. Исходные данные и расчетные формулы.

$t_{1i} :=$ $t_{2i} :=$ $p_i :=$ $\sigma_{1i} :=$ $\sigma_{2i} :=$ $i := 1..2$

11·s	40·sec	0.6	3·sec	6·sec
15·s	45·sec	0.4	5·sec	8·sec

2. Определим значение величины q (при ручном решении задачи определяется по таблице «Значения нормальной функции распределения

$$\Phi^*(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{1}{2}t^2} dt$$

$$q := \text{qnorm}(0.9773, 0, 1) \quad q = 2.001$$

3. Время обслуживания в режиме посадки равно:

$$t_{\text{пос}_i} := t1_i + t2_i + q \cdot \sqrt{(\sigma1_i)^2 + (\sigma2_i)^2} \quad t_{\text{пос}} = \begin{pmatrix} 64.423 \\ 78.877 \end{pmatrix} \text{s}$$

4. Среднее время обслуживания и пропускная способность определяются по формуле:

$$t1 := \sum_i (t_{\text{пос}_i} \cdot p_i) \quad t1 = 70.204 \text{ s}$$

$$\mu_{\text{пос}} := \frac{3600 \cdot \text{sec}}{t1} \quad \mu_{\text{пос}} = 51.279$$

Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

Примерные теоретические вопросы, выносимые на экзамен:

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. Моделирование процессов УВД в виде задач линейного программирования транспортного вида.
15. Задачи маршрутизации, максимального потока, венгерский метод решения.
16. Сети и потоки при моделировании процессов УВД.
17. Сетевые методы и алгоритмы при моделировании.
18. Нелинейные задачи оптимизации.
19. Элементы задачи динамического программирования.

20. Общая постановка задачи динамического программирования.
21. Решение линейных оптимизационных задач методом динамического программирования.
22. Основные компоненты моделей массового обслуживания.
23. Классификация систем массового обслуживания и их основные характеристики.
24. Одноканальная СМО с отказами.
25. Многоканальная СМО с отказами.
26. Одноканальная СМО с ожиданием.
27. Многоканальная СМО с ожиданием.
28. СМО с ограниченным временем ожидания.
29. Принятие решений с использованием моделей массового обслуживания.
30. Применение имитационного моделирования при исследовании процессов УВД.
31. Метод статистических испытаний (Монте-Карло).
32. Приемы построения и эксплуатации имитационных моделей.
33. Получение наблюдений при моделировании.
34. Оптимизация в имитационном моделировании.
35. Физическое моделирование процессов УВД.
36. Интеллектуальные и когнитивные методы в тренажёрных комплексах. Роль системы ОрВД на воздушном транспорте.
37. Виды деятельности специалистов в системе ОрВД.
38. Роль количественных методов анализа в системе ОрВД. Заповеди инженера при выполнении расчетов.
39. Роль руководящих документов в решении задач организации воздушного движения и использования воздушного пространства.
40. Количественные характеристики и показатели оценки эффективности организационных решений в системе ОрВД.
41. Количественные характеристики потоков воздушных судов.
42. Показатели эффективности организации воздушного пространства в системе ОрВД.
43. Оценка ожидаемой интенсивности потоков воздушных судов в часы пик. Недостатки прямого способа оценки интенсивности потока воздушных судов в часы пик.
44. Математическая модель для косвенной оценки ожидаемой интенсивности потоков воздушных судов в часы пик.
45. Методика анализа неравномерности распределения воздушных судов по часам суток и по суткам месяца.
46. Показатели загруженности воздушного пространства в системе ОрВД.
47. Методика оценки среднего времени движения воздушных судов для потоков воздушных судов.
48. Методика оценки загруженности сектора ОВД по ожидаемому количеству воздушных судов на управлении в часы пик.
49. Методика оценки ожидаемого количества потенциально-конфликтных

ситуаций в точках схождения и пересечения маршрутов и в секторах ОВД.

50. Оценка показателя ожидаемой сложности ОВД в точках схождения и пересечения маршрутов для секторов ОВД.

51. Оценка ожидаемой неортодромичности маршрутов в регионе ОрВД.

52. Методика анализа эффективности сети маршрутов в регионе ОрВД по показателю баланса между ожидаемой неортодромичностью и интенсивностью потоков воздушных судов.

53. Методика оценки ожидаемой экономии авиатоплива при совершенствовании сети маршрутов в регионе ОрВД.

54. Порядок подготовки данных о потоках воздушных судов в регионе ОрВД.

55. Порядок сбора данных о распределении обслуживаемых воздушных судов по суткам месяца и по часам суток.

56. Порядок сбора данных о распределении воздушных судов по эшелонам полета на участках маршрутов.

57. Порядок сбора данных о загруженности диспетчера на двухминутных интервалах наблюдений (британская методика).

58. Порядок сбора данных для планирования использования ВПП руководителем полетов.

59. Порядок сбора данных о процессах движения вылетающих воздушных судов на ВПП.

60. Порядок сбора данных о процессах движения прилетающих воздушных судов на маршрутах прибытия.

61. Порядок сбора данных о формируемых интервалах совершения взлетных и посадочных операций в режимах "взлет-взлет", "посадка-посадка" и "посадка-взлет-посадка".

62. Элементы загруженности диспетчера: занятость, напряженность и утомляемость.

63. Коэффициент занятости диспетчера. Прямой способ измерения занятости диспетчера. Норматив загруженности диспетчера.

64. Прямой способ определения пропускной способности сектора ОВД.

65. Применение типовых стандартов пропускной способности секторов ОВД.

66. Британская методика оценки пропускной способности сектора ОВД.

67. Показатели пропускной способности аэродрома при управлении потоками прилетающих и вылетающих воздушных судов. Пропускная способность ВПП.

68. Потенциальная пропускная способность аэродрома с учетом формируемых в системе ОрВД интервалов выполнения взлетно-посадочных интервалов.

69. Характеристика ожидания системы ОрВД в районе аэродрома. Методика оценки реальной пропускной способности.

70. Методика обоснования нормативов пропускной способности системы ОрВД в районе аэродрома для потока вылетающих воздушных судов.

71. Анализ влияния основных факторов на пропускную способность

системы ОрВД в районе аэродрома.

72. Развитие способов организации движения воздушных судов в районе аэродрома. Критерии перехода к новым способам организации движения воздушных судов в районе аэродрома.

73. Организация движения воздушных судов по кратчайшему расстоянию при наличии системы наблюдения ОВД.

74. Организация бесконфликтных схем прибытия и вылета.

75. Организация движения по стандартным траекториям прибытия и вылета.

76. Условия безопасности полетов в задаче ОрВП. Формулировка задачи оптимизации организации воздушного пространства.

77. Методика организации сети воздушных трасс в регионе ОрВД.

78. Методика обоснования приоритетов проектирования в задаче организации схем и маршрутов движения воздушных судов в регионе ОрВД.

79. Методика обоснования организационных решений по делению воздушного пространства на секторы ОВД.

80. Методика обоснования допустимых позиций воздушных судов для ОВД при взлете и заходе на посадку.

81. Оценка ожидаемого времени полета при управлении потоками прилетающих воздушных судов в районе аэродрома.

82. Планирование использования ВПП руководителем полетов.

Примерные практические задачи, выносимые на экзамен:

Пример 6

Если принять за критерий загруженности диспетчера число воздушных судов, одновременно находящихся у него на связи, то можно выявить некоторые взаимосвязи. С ростом числа воздушных судов в зоне растет и число операций, выполняемых диспетчером. В единицу времени ему можно выполнить ограниченное число операций. Технология его работы и фразеология радиообмена требуют строго их выполнения. При высокой интенсивности потока информации диспетчер начинает пропускать некоторые операции. Перед диспетчером стоит дилемма: повысить надежность работы, т.е. с высокой вероятностью выполнять предписанные операции, что потребует значительно ограничить интенсивность информации входящего потока. В таком случае надежность диспетчера можно определить через коэффициент его загруженности в течение заданного интервала времени. Следовательно, эффективность его работы можно оценить от уровня его нагрузки и вероятности выполнения предписанных операций. При таком подходе можно рассмотреть три варианта деятельности диспетчера.

Вариант 1. Диспетчер выполняет все предписанные ему операции, т.е. вероятность выполнения операции равна единицы, $P1 = 1$. В этом случае, коэффициент его загруженности равен величине

$$y_1 = \frac{1}{m - 1},$$

где λ - интенсивность входящего потока операций, $m = \frac{1}{\tau}$ - пропускная способность обслуживающего канала, τ - среднее время обслуживания операций.

График зависимости коэффициента загрузки от интенсивности потока операций имеет вид

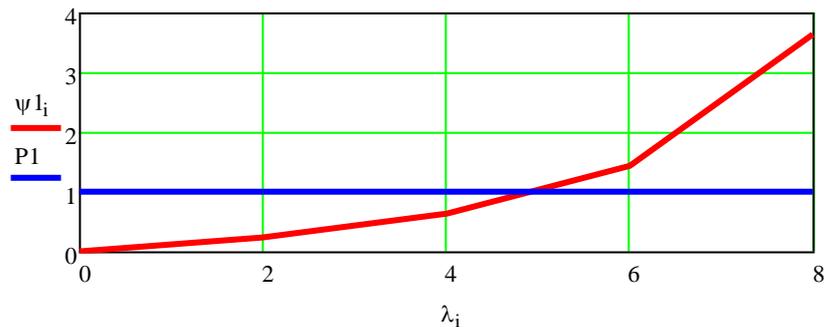


Рис. 1. График загрузки диспетчера от интенсивности потока операций при P_1

Вариант 2. Когда диспетчер с умыслом и без умысла пропускает предыдущие (или последующие операции), тогда коэффициент его загрузки ψ_2 определяется по формуле

$$y_2 = \frac{1}{m}.$$

Вероятность выполнения операций находится из выражения

$$P_2 = \frac{1}{1 + \frac{1}{m}}.$$

График зависимости коэффициента загрузки ψ_2 и вероятности выполнения операций P_2 от интенсивности потока имеет вид

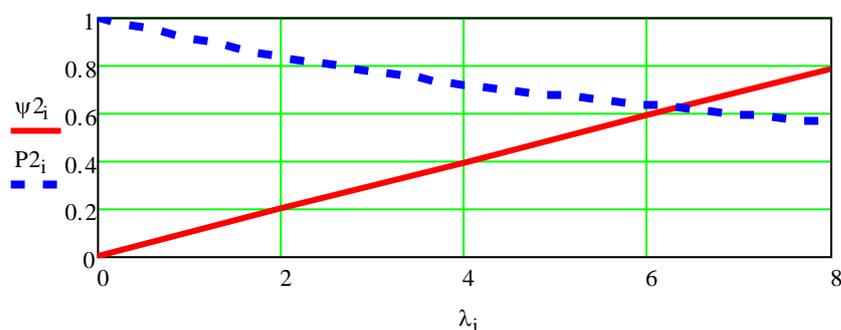


Рис. 2. График загрузки диспетчера ψ_2 и вероятности выполнения операций P_2 от

ИНТЕНСИВНОСТИ ПОТОКА

Вариант 3. Когда при накладке операций пропадают обе операции, тогда вероятность его нагрузки P3 определяется по формуле

$$y_3 = \frac{1}{m}$$

Вероятность выполнения операций P3 находится из выражения

$$P_3 = \frac{1 - \frac{1}{m}}{1 + \frac{1}{m}}$$

График зависимости коэффициента загрузки ψ_3 и вероятности выполнения операций P3 от интенсивности потока имеет вид

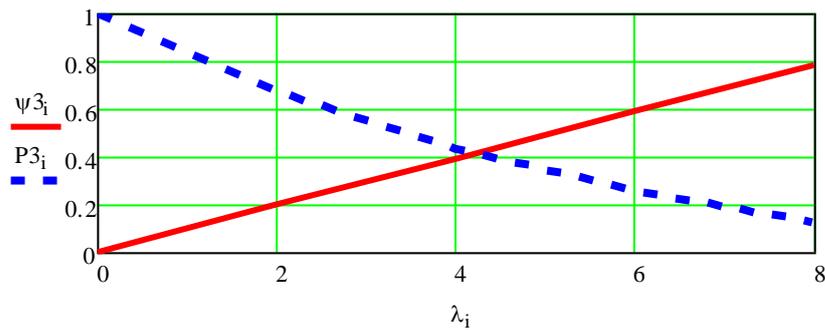


Рис. 3. График загрузки диспетчера ψ_3 от интенсивности потока операций при P3

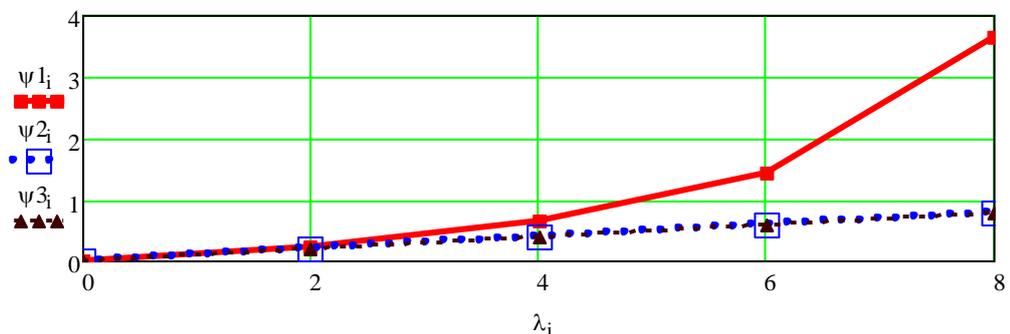


Рис. 4. Зависимость коэффициента загрузки от варианта процесса УВД

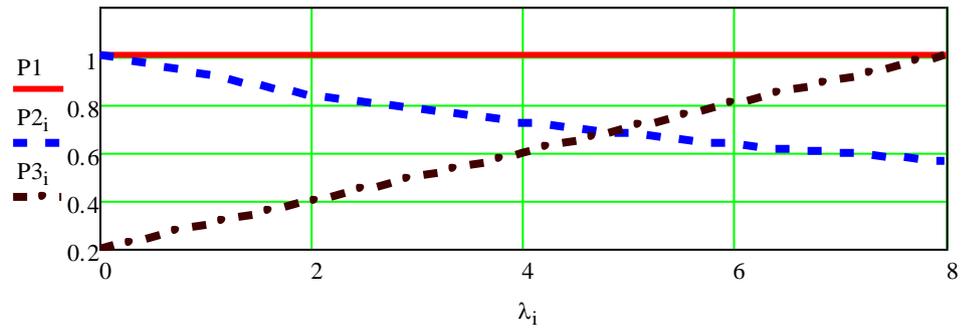


Рис. 5. Зависимость вероятности выполнения операции от варианта процесса УВД

10 Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Теория управления воздушным движением» обучающимися организуется в виде лекций, практических занятий и самостоятельной работы. Продолжительность изучения дисциплины – 8 семестр. Уровень и качество знаний обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины в виде экзамена.

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции и практические занятия (п. 5.2, 5.3, 5.4). В ходе лекции преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия, а также соответствующие теоретические и практические проблемы, дает задания и рекомендации для практических занятий, а также указания по выполнению обучающимся самостоятельной работы.

Задачами лекций являются:

- ознакомление обучающихся с целями, задачами и структурой дисциплины, ее местом в системе наук и связями с другими дисциплинами;
- краткое, но по существу, изложение комплекса основных научных понятий, подходов, методов, принципов данной дисциплины;
- краткое изложение наиболее существенных положений, раскрытие особенно сложных, актуальных вопросов, освещение дискуссионных проблем;
- определение перспективных направлений дальнейшего развития научного знания в данной области.

Значимым фактором полноценной и плодотворной работы обучающегося на лекции является культура ведения конспекта. Слушая лекцию, необходимо научиться выделять и фиксировать ее ключевые моменты, записывая их более четко и выделяя каким-либо способом из общего текста.

Качественно сделанный конспект лекций поможет обучающемуся в процессе самостоятельной работы и при подготовке к сдаче экзамена.

Практические занятия по дисциплине проводятся в соответствии с п. 5.4. Цели практических занятий: закрепить теоретические знания, полученные студентом на лекциях и в результате самостоятельного изучения соответствующих разделов рекомендуемой литературы; приобрести начальные практические умения и навыки.

Темы практических занятий (п. 5.4) заранее сообщаются обучающимся для того, чтобы они имели возможность подготовиться и проработать соответствующие теоретические вопросы дисциплины. В начале каждого практического занятия преподаватель кратко доводит до обучающихся цели и задачи занятия, обращая их внимание на наиболее сложные вопросы по изучаемой теме. В рамках практического занятия могут быть проведены: устный опрос, тестирование, доклады и т. п. (п. 9.6).

Современное обучение предполагает, что существенную часть времени при освоении учебной дисциплины обучающийся проводит самостоятельно. Такой метод обучения способствует творческому овладению обучающимися

специальными знаниями и навыками. Обучающимся необходимо развивать в себе способность работать с массивами информации и потребность использовать доступные информационные возможности и ресурсы для поиска нового знания и его распространения.

Самостоятельная работа студента включает в себя (п. 5.6):

- самостоятельный поиск, анализ информации, проработка учебного материала, конспектирование материала;
- подготовку к устным опросам (вопросы устного опроса в п. 9.6);
- подготовку докладов (примерный перечень тем докладов в п. 9.6);
- подготовку к тестам (типовые тесты в п. 9.6).

Завершающим этапом самостоятельной работы является подготовка к сдаче экзамена. Примерные теоретические вопросы и практические задачи, выносимые на экзамен по дисциплине «Теория управления воздушным движением» приведен в п. 9.6.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО по специальности 25.05.05 « Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения».

Программа рассмотрена и утверждена на заседании кафедры № 25 «Управления воздушным движением»

« ____ » _____ 2021 года, протокол № _____

Разработчик

К.Т.Н., доц.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности 25.05.05 «Эксплуатация воздушных судов и организация воздушного движения»

Кизько В.Г.

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

Д.Т.Н., доц.

Шестаков И.Н.

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

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

Д.Т.Н., доц.

Шестаков И.Н.

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

Программа согласована:

Руководитель ОПОП

К.Т.Н., доц.

Затонский В.М.

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

Программа рассмотрена и одобрена на заседании Учебно -методического совета Университета « ____ » _____ 2021 года, протокол № ____.