

Министерство транспорта Российской Федерации (Минтранс России)
Федеральное агентство воздушного транспорта (Росавиация)
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный
университет гражданской авиации»

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ АЭРОДРОМОВ И АЭРОПОРТОВ

Методические указания по изучению дисциплины
и выполнению контрольной работы

Для студентов 3Ф специализации ОрАБ

Санкт-Петербург
2018

Одобрено и рекомендовано к изданию
Учебно-методическим советом Университета

Ш 87(03)

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ АЭРОДРОМОВ И АЭРОПОРТОВ:
Методические указания по изучению дисциплины и выполнению контрольной работы /Университет ГА. - С.-Петербург, 2018.

Издаются в соответствии с программой дисциплины "Электроснабжение аэродромов и аэропортов" объемом 72 часа.

Даны методические указания к изучению материала, задания на контрольную работу, рекомендации по написанию контрольной работы, список литературы.

Предназначены для студентов ЗФ специализации ОрАБ.

Табл. 1, библи. 14 назв.

Составитель: Р.С.Булыгин

Рецензент: В.К.Кульчицкий, к.т.н., доцент

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Целью дисциплины является теоретическое освоение основных разделов дисциплины «Электроснабжение аэродромов и аэропортов», обеспечивающее достижение студентами необходимого уровня знаний и умений для обеспечения производственной деятельности и требуемого качества функционирования систем электроснабжения аэродромов и аэропортов.

Задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с особенностями передачи и распределения электроэнергии в аэропортах; нормативно-правовыми актами, регламентирующими электроснабжение аэропортов и аэродромов; перечнем высоковольтного и низковольтного оборудования аэропортов и аэродромов;
- приобретение знаний об анализе схем электроснабжения объектов инфраструктуры аэродромов и аэропортов; взаимодействии с другими службами при осуществлении аэропортовой деятельности по электросветотехническому обеспечению полетов;
- формирование у студентов необходимых знаний и умений в области технического обслуживания сетей электроснабжения объектов инфраструктуры аэродромов и аэропортов.

Студенты изучают материал в объеме программы дисциплины "Электроснабжение аэродромов и аэропортов", составленной на основании учебного плана. Учебный материал курса "Электроснабжение аэродромов и аэропортов" состоит из 4 разделов, включающих 10 тем.

Контрольная работа должна быть либо написана четким почерком и аккуратно оформлена (либо оформлена с помощью компьютера), в начале работы надо указать задание соответственно своему варианту.

Иллюстрационный материал необходимо пронумеровать, снабдить подписями и вставить в соответствующее место контрольной работы, таким образом, чтобы он не закрывал текста.

1. ТРЕБОВАНИЯ К УРОВНЮ ОСВОЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Результаты освоения дисциплины определяются приобретаемыми студентами *общекультурными* и *профессиональными компетенциями*, т.е. их способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности, а именно:

общекультурные (ОК):

- способностью находить решения в нестандартных ситуациях и готовностью нести за них ответственность (ОК-9);
- владением методами анализа и синтеза изучаемых явлений и процессов (ОК-42);

профессиональных (ПК):

- способностью и готовностью эксплуатировать воздушные суда, силовые установки и системы воздушных судов, включая радио- и электросветотехническое оборудование, системы автоматики и управления и бортовое аварийно-спасательное оборудование, в соответствии с требованиями нормативно-технических документов (ПК-56);
- способностью и готовностью эксплуатировать объекты авиационной инфраструктуры в соответствии с требованиями воздушного законодательства, федеральных авиационных правил и нормативных правовых актов Российской Федерации (ПК-58);
- способностью и готовностью осуществлять проверку работоспособности эксплуатируемого оборудования (ПК-60);
- способностью и готовностью организовывать, обеспечивать и осуществлять эксплуатацию светосигнального и электротехнического оборудования аэродромов, средств централизованного снабжения электроэнергией объектов инфраструктуры аэродромов и аэропортов в соответствии с нормативными правовыми актами, устанавливающими правила эксплуатации наземных средств электросветотехнического обеспечения

полетов воздушных судов (ПСК-3.1);

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

- нормативно-правовые акты, регламентирующие электроснабжение аэродромов и аэропортов (ПК-58, ПСК-3.1);
- электрические характеристики линий электропередач, трансформаторов и электрооборудования (ОК-42);
- особенности передачи и распределения электроэнергии в аэропортах (ПК-56);
- перечень высоковольтного и низковольтного оборудования аэродромов и аэропортов (ОК-42, ПК-60);

Уметь:

- анализировать схемы электроснабжения объектов инфраструктуры аэродромов и аэропортов (ПК-56, ПК-60);
- взаимодействовать с другими службами при осуществлении аэропортовой деятельности по электросветотехническому обеспечению полетов (ПСК-3.1);

Владеть:

- методами технического обслуживания сетей электроснабжения объектов инфраструктуры аэродромов и аэропортов (ПК-56, ПК-60).

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Раздел 1. Основные положения по электроснабжению аэродромов и аэропортов

Тема 1. Общие требования к системам энергоснабжения

Термины и определения, назначение, состав, функции и виды деятельности по энергоснабжению. Нормативно-правовые акты, регламентирующие электроснабжение аэродромов и аэропортов.

Тема 2. Размещение, категорийность объектов энергоснабжения и надежность систем электроснабжения аэропортов и аэродромов

Состав потребителей, территориальное размещение потребителей и объектов энергоснабжения, выбор центра нагрузок, категории потребителей по ПУЭ, требования по надежности, системы электроснабжения аэропортов различных классов. Показатели надежности, методы расчета, последовательность и примеры расчета надежности.

Раздел 2. Электрические сети и нагрузки аэродромов и аэропортов

Тема 3. Графики электрических нагрузок и характеристики потребителей аэропортов.

Хронологические графики электрических нагрузок (суточные, недельные, годовые). Производные графики электрических нагрузок (натуральные графики, графики по продолжительности).

Тема 4. Потери в электрических сетях аэропортов и методы их расчета.

Абсолютные потери электроэнергии. Технические потери электроэнергии. Методика расчета нормативных (технологических) потерь электроэнергии в электрических сетях.

Тема 5. Методы расчета электрических сетей аэропортов.

Расчет сетей по потере напряжения, по экономической плотности тока и др.

Раздел 3. Выбор оборудования систем электроснабжения аэродромов и аэропортов

Тема 6. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции

Однотрансформаторные подстанции. Двухтрансформаторные подстанции. Шкала стандартных мощностей силовых трансформаторов.

Тема 7. Компенсация реактивной мощности, выбор типа и мощности компенсирующего устройства.

Установки компенсации реактивной мощности (КРМ). Компенсаторы (установки КРМ). Автоматические устройства компенсации реактивной мощности (УАКРМ). Статические (нерегулируемые) устройства компенсации реактивной мощности (СКРМ).

Раздел 4. Токи короткого замыкания в системе электроснабжения и защита электроустановок аэродромов и аэропортов

Тема 8. Короткие замыкания.

Виды коротких замыканий, причины возникновения, методы измерений и расчета токов короткого замыкания в электроустановках. Действия токов короткого замыкания.

Тема 9. Защита электроустановок и линий электропередач

Назначение, виды защит, требования к защите, конструктивное исполнение, оперативные цепи, установки. Назначение и основные виды защиты. Максимальная направленная защита. Продольная дифференциальная защита. Токовая поперечная дифференциальная защита двух параллельных линий. Направленная поперечная дифференциальная защита двух параллельных линий. Дистанционная защита. Защита от однофазных замыканий на землю.

Тема 10. Защита трансформаторов на подстанциях аэропорта.

Параметры силового трансформатора, необходимые для выбора его защиты. Виды повреждений и ненормальных режимов работы трансформаторов. Защита трансформаторов плавкими предохранителями. Защита трансформаторов на стороне 0,4 кВ автоматическими воздушными выключателями. Релейная защита трансформаторов. Максимальная токовая защита. Специальная токовая защита нулевой последовательности от однофазных КЗ на землю в сети НН 0,4 кВ. Дифференциальная токовая защита. Сигнализация при однофазных замыканиях на землю на стороне 10 кВ трансформатора.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

По дисциплине «Электроснабжение аэродромов и аэропортов» студент должен выполнить контрольную работу. Написание контрольной работы имеет целью закрепить теоретические знания и практические навыки студентов по вопросам функционирования систем электроснабжения аэродромов и аэропортов.

Работа выполняется на базе своего авиапредприятия (авиакомпания, аэропорта, организации). Ответы на вопросы следует сопровождать конкретными примерами из практической деятельности аэропорта. Контрольная работа оформляется на стандартных листах формата А-4. Контрольная работа – это самостоятельная работа, содержащая небольшое исследование в объеме 10-15 страниц.

В контрольной работе должна быть выдержана следующая последовательность:

1. Титульный лист
2. Оглавление
3. Теоретическая часть
4. Заключение
5. Список использованной литературы

Контрольная работа по дисциплине «Электроснабжение аэродромов и аэропортов» выполняется студентами заочного обучения в соответствии с шифром студента и состоит из 3-х вопросов из 10 изучаемых тем.

Вопросы для написания контрольной выбираются по **таблице 1**. Для определения номеров вопросов следует найти в верхней горизонтальной строке цифру, соответствующую цифре десятков (предпоследняя цифра шифра), а в левом верхнем столбце – цифру, соответствующую единицам (последняя цифра

шифра). На пересечении этих строк находятся искомые номера вопросов, на ответы по которым, студент должен написать контрольную работу.

Например:

Шифры студента 0913.0053 соответствуют следующие вопросы:

8,17,24.

Таблица 1.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	1,17, 20	2,16, 19	3,15, 18	4,14, 21	5,13, 22	6,12, 23	7,11, 24	8,10, 25	1,9, 18	2,10, 19
2	3,11, 20	4,12, 21	5,13, 22	6,14, 23	7,15, 24	8,16, 25	5,17, 18	6,16, 19	7,15, 20	8,14, 21
3	4,13, 22	3,12, 21	2,11, 22	1,10, 23	8,17, 24	7,16, 25	6,15, 18	5,14, 19	4,13, 20	3,12, 21
4	2,11, 22	1,10, 23	4,9, 24	3,15, 25	2,16, 22	1,9, 23	2,15, 24	3,14, 25	4,13, 18	5,12, 19
5	6,11, 20	7,10, 21	8,17, 22	1,14, 23	2,15, 24	3,16, 25	4,17, 18	5,13, 19	6,12, 20	7,11, 21
6	8,10, 22	3,9, 23	4,17, 24	5,16, 25	6,15, 22	7,14, 21	8,13, 20	1,12, 19	2,11, 18	3,10, 23
7	4,9, 24	5,17, 25	6,16, 23	7,15, 22	8,14, 21	5,13, 20	6,12, 19	7,11, 18	1,10, 25	2,9, 24
8	4,17, 23	5,16, 22	6,15, 21	7,14, 20	8,13, 19	1,12, 18	2,11, 25	3,10, 24	4,9, 23	5,17, 22
9	6,16, 21	7,15, 20	8,14, 19	1,13, 18	2,12, 23	3,11, 22	4,10, 21	5,9, 20	6,13, 19	7,12, 18
0	8,11, 25	5,10, 24	1,9, 23	2,17, 22	3,16, 21	4,15, 20	8,14, 19	7,13, 18	6,12, 25	5,11, 24

4. ВОПРОСЫ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Нормативно-правовые документы, регламентирующие деятельность по электроснабжению аэропортов.
2. Назначение, состав и размещение системы электроснабжения аэропортов.
3. Общие требования, предъявляемые к электроснабжению электрической энергией.
4. Категории электроприемников по надежности электроснабжения в соответствии с требованиями ПУЭ.
5. Основные показатели надежности систем электроснабжения аэропорта.
6. Графики электрической нагрузки: классификация, особенности построения.
7. Допустимые потери напряжения, устанавливаемые в сетях аэропорта.
8. Методика определения потери напряжения в линии электропередачи.
9. Методы расчета электрических сетей аэропорта по потере напряжения.
10. Методы расчета электрических сетей аэропорта.
11. Области применения одно- и двухтрансформаторных подстанций.
12. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанции.
13. Шкала стандартных мощностей силовых трансформаторов.
14. Выбор типа и мощности компенсирующего устройства.
15. Автоматические устройства компенсации реактивной мощности: назначение, принцип действия.
16. Статические устройства компенсации реактивной мощности: принцип действия, особенности.
17. Виды коротких замыканий и причины их возникновения.
18. Расчет токов короткого замыкания.
19. Динамическое и термическое действия токов короткого замыкания.
20. Требования, предъявляемые к защите электроустановок.
21. Виды защит электроустановок от аварийных режимов работы.

22. Продольная дифференциальная защита трансформатора.

23. Направленная поперечная дифференциальная защита двух параллельных линий.

24. Максимальная токовая защита трансформатора.

25. Аппараты защиты электроустановок: назначение, классификация.

ЛИТЕРАТУРА

а) основная литература:

1. Сборник нормативных документов по электросветотехническому обеспечению полетов: Для руководителей и специалистов аэропортов гражданской авиации [Текст] /Сост.д.т.н.В.В.Панферов. - СПб.: Энергоатомиздат, 2004. – 383 с. – ISBN 283-04765

2. **Ополева, Г.Н.** Схемы и подстанции электроснабжения [Текст]: Справочник, учебное пособие/ Г.Н.Опалева. – М.: ИД «Форум».- 360с. - ИНФА-М 2008- 480 с.- ISBN 5-8199-0254-8 (Форум), 5-16-002581-2 (Инфра-М)

3. Федеральные авиационные правила №149 “Сертификационные требования к юридическим лицам, осуществляющим аэропортовую деятельность по электросветотехническому обеспечению полетов” [Текст]. - М.:ФСВТ России, 2000

4. Нормы годности к эксплуатации в СССР гражданских аэродромов (НГЭА СССР) [Текст].- М.: Воздушный транспорт,1992. – 138с.

б) дополнительная литература:

5. **Бойцов, В.А.** Электрооборудование воздушных судов и аэропортов. Часть 2. Электротехническое оборудование аэропортов [Текст]: учеб. пособие / В.А.Бойцов, В.Н.Драчков.- СПб.: АГА,1999. – 77с.

6. **Величко, Ю.К.** Принципы построения систем электроснабжения аэропортов [Текст]: учеб. пособие / Ю.К.Величко, В.И.Нерет. - Киев: КИИГА, 1988.

7. Наземные авиационные источники электроэнергии [Текст]: научное издание / В. А. Перегудов, Л. И. Фиолетова, А. И. Моторный и др. - М. : Транспорт, 1980. - 136 с. : ил.

8. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей [Текст] / Отв. ред. И. Ю. Жилияков . – 4-е изд. – Ростов-на-Дону : Феникс, 2006 . – 320 с. - ISBN 5-222-08165-6 .

9. Руководство по проектированию аэропортов местных воздушных линий [Текст]. – М.,1985

10. **Забудский Е.И.** Электрические машины. Ч.1. Трансформаторы [Текст] / Е.И.Забудский. – М.: МГАУ,2002. – 169 с.- ISBN 5-86785-104-4

11. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153-34.0-20.527-98 [Текст] / Под ред. Б.Н.Неклепаева. – М.:Изд-во НЦ ЭНАС,2001.- 152с.

12. **Маньков В.Д.** Справочно-методические рекомендации по изучению и применению «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП).Часть 1. раздел 1. Организация эксплуатации электроустановок [Текст] /В.Д.Маньков, С.Ф. Заганичный. – СПб.: ЧОУ ДПО «НТЦ «Аксиома Электро», 2013. – 154 с. - ISBN 5-98187-057-5

13. **Маньков В.Д.** Справочно-методические рекомендации по изучению и применению «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП). Часть 2. Раздел 2. Электрооборудование и электроустановки общего назначения [Текст] /В.Д.Маньков, С.Ф. Заганичный. – СПб.: ЧОУ ДПО «НТЦ «Аксиома Электро»,2013. – 162 с. – ISBN 978-5-906406-02-6

14. **Маньков В.Д.** Справочно-методические рекомендации по изучению и применению «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» (ПТЭЭП). Часть 3. раздел 3. Электроустановки специального назначения [Текст] /В.Д.Маньков, С.Ф. Заганичный. – СПб.: ЧОУ ДПО «НТЦ «Аксиома Электро», 2015. – 176 с. - ISBN 978-5-906406-11-8