

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович
Должность: Ректор
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50
Уникальный программный ключ:
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf8da057

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет информационных технологий и автоматизации
производственных процессов
Кафедра электромеханики им. А. Б. Зеленова



УТВЕРЖДАЮ
И. о. проректора по
учебной работе
Д. В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Электрические машины
(наименование дисциплины)

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код, наименование направления)

Электрические машины и аппараты
(профиль подготовки)

Квалификация бакалавр
(бакалавр/специалист/магистр)
Форма обучения очная, заочная
(очная, очно-заочная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи изучения дисциплины

Цель дисциплины. Целью изучения дисциплины является формирование у студентов теоретической базы по современным электромеханическим преобразователям энергии, которая позволит им успешно решать теоретические и практические задачи в их профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытаниями и эксплуатацией электрических машин.

Задачи изучения дисциплины: приобретение знаний, умений и навыков, позволяющих выпускнику подготовиться:

- к проектно-конструкторской деятельности, расчету, анализу и проектированию электроэнергетических элементов, объектов и систем с использованием современных средств автоматизации проектных разработок;

- к научно-исследовательской деятельности, в том числе в междисциплинарных областях, связанной с математическим моделированием процессов в электроэнергетических системах и объектах, проведением экспериментальных исследований и анализом их результатов;

- к самостоятельному обучению и освоению новых знаний и умений для реализации своей профессиональной карьеры.

Дисциплина направлена на формирование компетенций ОПК-3, ОПК-4, ПК-1 и ПК-2 выпускника.

2 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в часть Блока 1, формируемую участниками образовательных отношений по направлению 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (профиль «Электрические машины и аппараты»).

Дисциплина реализуется кафедрой электрических машин и аппаратов. Основывается на базе дисциплин: «Физика», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Общая энергетика», «Электротехнические материалы».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Электрический привод», «Расчёт и проектирование электрических машин», «Спецкурс электрических машин», «Производственная (технологическая) практика», «Производственная (преддипломная) практика», выпускная квалификационная работа.

Для изучения дисциплины необходимы компетенции, сформированные у студента для решения профессиональных задач деятельности, связанных с применением электрических машин в различных сферах деятельности.

Курс является фундаментом для формирования навыков и умений по расчетам и проектированию электрических машин и их применению в различных приводах и механизмах.

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 9,5 зачетных единицы, 342 ак. ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (72 ак.ч. для групп ЭМАБП, 14 ак. ч. для группы ЭМАБП-з), лабораторные занятия (72 ак.ч. для групп ЭМАБП, 12 ак.ч. для группы ЭМАБП-з), практические занятия (18 ак.ч. для групп ЭМАБП) и самостоятельная работа студента (180 ак.ч. для групп ЭМА, 316 ак.ч. для группы ЭМА-з).

Дисциплина изучается на 2 и 3 курсах в 4 и 5 семестрах для группы ЭМАБП, на 3 курсе в 5 и 6 семестрах для группы ЭМАБП-з. Форма промежуточной аттестации – экзамены в каждом семестре.

По дисциплине предусмотрен курсовой проект трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. Группы ЭМА выполняют курсовой проект в 5 семестре, группы ЭМА-з в 6 семестре. Все часы отведены на самостоятельную работу студентов. Форма промежуточной аттестации – дифференцированный зачет.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Процесс изучения дисциплины «Электрические машины» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3	ОПК-3.1. Понимает важность применения фундаментальных законов природы и основных физических и математических законов. ОПК-3.2 Умеет аргументировано применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера, разрабатывать мероприятия по энергосбережению на предприятиях. ОПК-3.3 Разрабатывает мероприятия по энергосбережению в беспилотной технике ОПК-3.4 Владеет навыками применения законов физики и математики при решении конкретных задач инженерной деятельности.
Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4	ОПК-4.1. Знает основы электромеханических устройств и беспилотной техники, их характеристики. ОПК-4.2. Использует: – методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока и цепей с распределенными параметрами; – методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока Умеет применять знания теории электромагнитного поля, принципа действия электронных устройств при разработке и эксплуатации электромеханических систем и беспилотных аппаратов. ОПК-4.3. Владеет навыками расчета и эксплуатации электромеханических систем и беспилотных аппаратов.
Способен: – использовать методы анализа, расчета и моделирования электромеханических преобразователей энергии, электромеханических систем и элементов беспилотной техники;	ПК-1	ПК-1.1. Демонстрирует знание основных характеристик, принципов действия и режимов работы электромеханических и электромагнитных преобразователей энергии, электромеханических систем и элементов беспилотной техники. Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, проектирует электромеханические и электромагнитные преобразователи энергии, электромеханические системы и элементы беспилотной техники

Продолжение таблицы 1

Содержание компетенции	Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
– проектировать электро-механические и электро-магнитные преобразователи энергии, электро-механические системы и их элементы в соответствии с техническим заданием, стандартами и нормативными требованиями, в том числе с использованием современных средств проектирования; – участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности, их энергоснабжении, в проектировании элементов систем управления беспилотной техники; – применять методы автоматического управления при разработке электро-механических систем, приводов беспилотной техники	ПК-1	Применяет знания теории автоматического управления. ПК-1.2. Анализирует технические характеристики современных электрических машин и трансформаторов, электрических и электронных аппаратов, а также систем на их основе. Обосновывает выбор проектного решения, демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования и эксплуатации, проводит технико-экономические расчеты. Разрабатывает системы электрического привода с применением методов автоматического управления ПК-1.3. Рассчитывает и моделирует электро-механические системы и их элементы на базе стандартных пакетов прикладных программ. Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений, оформляет результаты проектных работ в соответствии с техническим заданием, стандартами, техническими условиями и другим нормативным документами
Готовность к участию в разработке, производстве, эксплуатации, испытаниях электро-энергетического и электротехнического оборудования, систем электро-привода, беспилотной техники способность оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки объектов профессиональной деятельности	ПК-2	ПК-2.1. Способен разрабатывать электро-энергетическое и электротехническое оборудование, системы электропривода, включая беспилотную технику. ПК-2.2. Знает правила ввода в эксплуатацию электро-энергетического и электротехнического оборудования, аккумуляторные батареи, системы электропривода, в том числе беспилотной техники. ПК-2.3. Знает стандарты соответствующих видов испытаний электро-энергетического и электротехнического оборудования, систем электропривода. ПК-2.4. Способен составлять и оформлять техническую документацию на различных стадиях разработки объектов профессиональной деятельности.

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 9,5 зачётных единицы, 342 ак. ч. Трудоёмкость курсового проекта составляет 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным работам, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к экзаменам, выполнение курсового проекта.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак. ч.	Ак .ч. по семестрам	
		4	5
Аудиторная работа, в том числе:	162	72	90
Лекции (Л)	72	36	36
Практические занятия (ПЗ)	18	–	18
Лабораторные работы (ЛР)	72	36	36
Курсовая работа/курсовой проект	–	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	180	72	108
Подготовка к лекциям	18	10	8
Подготовка к лабораторным работам	22	14	8
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	4	–	4
Выполнение курсового проекта	54	–	54
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	–	–	–
Домашнее задание	–	–	–
Подготовка к контрольной работе	18	12	6
Подготовка к коллоквиумам	20	14	6
Аналитический информационный поиск	–	–	–
Работа в библиотеке	12	6	6
Подготовка к экзамену	32	16	16
Промежуточная аттестация – экзамен (Э), дифференцированный зачет (ДЗ)	–	Э	Э, ДЗ
Общая трудоёмкость дисциплины			
Ак. ч.	342	144	198
З. е.	9,5	4	5,5

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенций, приведенных в п. 3 дисциплина разбита на 4 темы:

- тема 1 (Электрические машины постоянного тока);
- тема 2 (Трансформаторы);
- тема 3 (Асинхронные машины);
- тема 4 (Синхронные машины).

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 4 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Электриче- ские машины постоянного тока	Основной тип машины постоянного тока и основные элементы ее конструкции. Вы- прямление переменного тока в постоянный при помощи коллектора.	2	–	–	Вводное занятие	2
		Магнитная цепь машины постоянного тока на холостом ходу. Обмотки и ЭДС якоря ма- шины постоянного тока.	4	–	–	Исследование генера- тора независимого воз- буждения	4
		Реакция якоря машины постоянного тока.	2	–	–	Исследование генера- тора параллельного воз- буждения	4
		Сущность процесса коммутации. Способы улучшения коммутации.	2	–	–		
		Классификация генераторов постоянного тока по способу возбуждения. Условия само- возбуждения. Основные характеристики ге- нераторов постоянного тока.	4	–	–	Исследование двигателя параллельного возбуж- дения	4
		Способы пуска двигателей постоянного тока. Рабочие характеристики двигателей. Механические характеристики двигателей. Регулирование частоты вращения	6	–	–	Исследование двигателя последовательного воз- буждения	4
		Электромашинный усилитель.	2	–	–	Исследование ЭМУ	2

Продолжение таблицы 3.1

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч
2	Трансформаторы	Основные типы трансформаторов. Физические условия работы трансформаторов. Приведенный трансформатор. Схема замещения трансформатора.	4	–	–	Защита лабораторных работ	2
		Холостой ход однофазного трансформатора.	2	–	–	Исследование однофазного трансформатора	4
		Холостой ход трехфазного трансформатора.	2	–	–	Определение групп соединения обмоток трансформатора	4
		Режим короткого замыкания трансформаторов.	4	–	–	Параллельная работа трансформаторов	4
		Работа трансформатора под нагрузкой. Векторные диаграммы трансформаторов при различных видах нагрузки.	2	–	–	Защита лабораторных работ	2
		Параллельная работа трехфазных трансформаторов.	36	–	–	–	36
		Всего аудиторных часов	36	–	–	–	36

Таблица 3.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения, 5 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
3	Асинхронные машины	Принцип действия асинхронных машин. Получение кругового поля в трехфазных машинах переменного тока.	2	–	–	Вводное занятие	2
		Трехфазная асинхронная машина при непо- движном роторе.	2	Схемы однослой- ных обмоток ма- шин переменного тока	4	Асинхронный двигатель с ко- роткозамкнутым ротором	4
		Трехфазная асинхронная машина при враща- ющемся роторе. Уравнения МДС и вектор- ные диаграммы.	2				
		Т-образная схема замещения асинхронной машины. Режимы работы и векторные диа- граммы.	4	–	–	Асинхронный двигатель с фаз- ным ротором	4
		Вращающие моменты и мощности асинхрон- ной машины. Энергетические диаграммы ге- нератора и двигателя. Механическая харак- теристика.	4	Схемы двухслой- ных обмоток ма- шин переменного тока	4	Исследование нагрева асинхрон- ного двигателя с короткозамкну- тым ротором	4
		Г-образная схема замещения асинхронной машины. Круговые диаграммы.	4	–	–		
		Способы пуска трехфазных асинхронных двигателей. Регулирование частоты враще- ния трехфазных асинхронных двигателей.	2	Расчет рабочих характеристик асинхронных дви- гателей	2	Защита лабора- торных работ	2

Продолжение таблицы 3.2

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
4	Синхронные машины	Принцип действия синхронного генератора. Реакция якоря синхронного генератора при симметричной нагрузке. Теория двух реакций.	4	–	–	Исследование синхронного генератора	4
		Диаграммы напряжений трехфазного синхронного генератора при симметричной нагрузке. Определение падения напряжения при помощи диаграммы Потье.	4	Построение векторных диаграмм синхронных машин	4	Исследование синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением	4
		Характеристики синхронного генератора. Параллельная работа синхронных машин. Угловые характеристики.	2	–	–	Исследование реактивного синхронного двигателя	4
		Синхронный двигатель и синхронный компенсатор. Диаграмма напряжений синхронного двигателя. Упрощенная векторная диаграмма.	2	–	–	Исследование двигателя Шраге - Рихтера	4
		Рабочие характеристики синхронного двигателя. Способы пуска синхронного двигателя.	4	Расчет рабочих характеристик синхронных двигателей	4	Защита лабораторных работ	4
		Всего аудиторных часов	36	–	18	–	36

Таблица 4.1 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения, 5 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
1	Электрические машины постоянного тока	Основной тип машины постоянного тока и основные элементы ее конструкции.	2	–	–	Исследование генератора независимого возбуждения	2
		Способы пуска двигателей постоянного тока. Рабочие характеристики двигателей. Механические характеристики двигателей.	2	–	–	Исследование двигателя параллельного возбуждения	2
2	Трансформаторы	Основные типы трансформаторов. Физические условия работы трансформаторов. Приведенный трансформатор. Схема замещения трансформатора. Параллельная работа трехфазных трансформаторов	2	–	–	Исследование однофазного трансформатора	2
Всего аудиторных часов			8	–	–	–	6

Таблица 4.2 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения, 6 семестр)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак. ч.	Темы лабораторных занятий	Трудоемкость в ак. ч.
3	Асинхронные машины	Принцип действия асинхронных машин. Получение кругового поля в трехфазных машинах переменного тока. Способы пуска трехфазных асинхронных двигателей. Регулирование частоты вращения трехфазных асинхронных двигателей.	2	–	–	Исследование синхронного генератора	2
4	Синхронные машины	Принцип действия синхронного генератора. Рабочие характеристики синхронного двигателя. Способы пуска синхронного двигателя.	2	–	–	Исследование синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением Исследование двигателя Шраге - Рихтера	2
Всего аудиторных часов			6	–	–	–	6

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

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала

(https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf).

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Экзамен	Комплект контролирующих материалов для экзамена
ОПК-3, ОПК-4, ПК-1, ПК-2	Дифференцированный зачет	Комплект контролирующих материалов для защиты курсового проекта

Всего по текущей работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в том числе:

- тестовый контроль или устный опрос на коллоквиумах (2 коллоквиума) – всего 60 баллов;
- лабораторные работы – всего 40 баллов;

Экзамен проставляется автоматически, если студент набрал в течении семестра не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Экзамены по дисциплине «Электрические машины» проводятся по результатам работы в семестре. В случае, если полученная в семестре сумма баллов не устраивает студента, во время сессии студент имеет право повысить итоговую оценку либо в форме устного собеседования по приведенным ниже вопросам (п. 6.4), либо в результате тестирования.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашние задания

Для студентов очной формы обучения домашние задания не предусмотрены. Студенты очно-заочной и заочной форм обучения выполняют контрольную работу по имеющимся методическим указаниям (сайт дистанционного обучения ДонГТУ <https://moodle.dstu.education>).

6.3 Темы рефератов

Написание рефератов при изучении дисциплины не предусмотрено.

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1 Электрические машины постоянного тока

- 1) Сформулируйте основные законы физики, лежащие в основе принципа действия машин постоянного тока.
- 2) Опишите конструкцию электрических машин постоянного тока.
- 3) Какова роль коллектора в электрических машинах постоянного тока?
- 4) Как рассчитывается магнитная цепь машины постоянного тока и кривая намагничивания машины.
- 5) Какие принципы лежат в основе построения схем якорных обмоток машин постоянного тока?
- 6) Опишите конструкцию простых обмоток якоря машины постоянного тока.
- 7) Опишите конструкцию сложных обмоток якоря машины постоянного тока.
- 8) Какое влияние оказывает реакция якоря машины постоянного тока на работу генераторов и двигателей?
- 9) В чем сущность процесса коммутации машин постоянного тока?
- 10) Каковы причины искрения электромагнитного, потенциального и механического характера на коллекторе машин постоянного тока?
- 11) Какие средства улучшения коммутации применяются в машинах постоянного тока?
- 12) Какие виды потерь мощности присутствуют в электрических ма-

шинах?

13) Объясните энергетическую диаграмму генератора постоянного тока.

14) Приведите уравнение равновесия ЭДС генератора постоянного тока.

15) От чего зависит электромагнитный момент генератора постоянного тока?

16) Какие существуют виды генераторов постоянного тока?

17) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока независимого возбуждения.

18) Сформулируйте условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.

19) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока параллельного возбуждения.

20) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока последовательного возбуждения.

21) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока смешанного возбуждения.

22) Как происходит параллельная работа постоянного тока?

23) В чем заключается принцип обратимости электрических машин? Приведите уравнение равновесия ЭДС двигателя постоянного тока.

24) Какие существуют способы пуска двигателя постоянного тока?

25) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

26) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

27) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока смешанного возбуждения.

28) Объясните вид механических характеристики двигателей постоянного тока с различными схемами возбуждения.

29) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения введением реостата в цепь якоря?

30) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения ослаблением магнитного потока?

31) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения введением реостата в цепь якоря?

32) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постое-

янного тока последовательного возбуждения ослаблением магнитного потока?

Тема 2 Трансформаторы

- 1) Объясните конструкцию и принцип действия силовых трансформаторов.
- 2) Приведите уравнения ЭДС и МДС трансформатора.
- 3) Объясните понятие приведенного трансформатора. Приведите схему замещения приведенного трансформатора.
- 4) Опишите режим холостого хода однофазного трансформатора.
- 5) Опишите режим короткого замыкания однофазного трансформатора.
- 6) Как происходит работа однофазного трансформатора на нагрузку. Приведите векторные диаграммы однофазного трансформатора при работе на различные виды нагрузки.
- 7) Объясните вид внешней характеристики трансформатора.
- 8) Какие конструктивные схемы трехфазных трансформаторов вам известны?
- 9) Что такое схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов?
- 10) Какие существуют условия параллельной работы трехфазных трансформаторов?
- 11) Как происходит параллельная работа трансформаторов при разных коэффициентах трансформации?
- 12) Как происходит параллельная работа трансформаторов при разных напряжениях короткого замыкания?
- 13) Возможна ли параллельная работа трансформаторов, принадлежащих к разным группам соединения обмоток?

Тема 3 Асинхронные машины

- 1) Опишите конструкцию и принцип действия трехфазных асинхронных двигателей.
- 2) Каким образом осуществляется получение кругового магнитного поля в трехфазных асинхронных двигателях?
- 3) Как работает асинхронная машина при неподвижном роторе? Как осуществляется приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора?
- 4) Как осуществляется приведение вращающегося ротора к неподвижному? Объясните Т – образную схему замещения асинхронной машины.
- 5) Для чего используется Г-образная схема замещения асинхронной машины?
- 6) Как строится круговая диаграмма асинхронной машины?

- 7) Какие существуют способы пуска асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором?
- 8) Какие существуют способы пуска асинхронных двигателей с фазным ротором?
- 9) Какие существуют способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором?
- 10) Какие существуют способы регулирования частоты вращения асинхронных двигателей с фазным ротором?
- 11) Объясните вид рабочих характеристик трехфазных асинхронных двигателей.
- 12) Объясните вид механической характеристики асинхронной машины.
- 13) Как достигается улучшение пусковых характеристик асинхронных двигателей? Как при этом используется эффект вытеснения тока?

Тема 4 Синхронные машины

- 1) Объясните принцип действия синхронного генератора и синхронного двигателя.
- 2) Какие конструктивные формы исполнения синхронных машин вам известны?
- 3) Как проявляется реакция якоря синхронного генератора?
- 4) В чем заключается сущность теории двух реакций.
- 5) Объясните построение диаграммы Потье трехфазного неявнополусного синхронного генератора.
- 6) Объясните построение диаграммы Blondеля трехфазного явнополусного синхронного генератора при симметричной нагрузке.
- 7) Какие сопротивления имеет синхронная машина при установившемся симметричном режиме работы?
- 8) Объясните вид характеристик синхронного генератора.
- 9) Как происходит параллельная работа синхронных генераторов с сетью?
- 10) Объясните вид угловых характеристик синхронных машин.
- 11) Проанализируйте уравнения мощности и момента синхронного двигателя.
- 12) Постройте упрощенную векторную диаграмму синхронного двигателя.
- 13) Объясните вид У-образных характеристик синхронного двигателя.
- 14) Какие существуют способы пуска синхронных двигателей?
- 15) Объясните вид рабочих характеристик синхронного двигателя.

16) Объясните назначение и принцип работы синхронного компенсатора.

6.5 Вопросы для подготовки к экзаменам

Вопросы для подготовки к экзамену за 4 семестр

- 1) Сформулируйте основные законы физики, лежащие в основе принципа действия машин постоянного тока (генераторов и двигателей).
- 2) Опишите конструкцию электрических машин постоянного тока объясните назначение ее основных узлов и деталей.
- 3) Какую роль выполняет коллектор в электрических машинах постоянного тока?
- 4) На основании каких законов рассчитывается магнитная цепь машины постоянного тока и кривая намагничивания машины?
- 5) Какие принципы лежат в основе построения схем якорных обмоток машин постоянного тока?
- 6) Опишите конструкцию простых барабанных обмоток якоря машины постоянного тока.
- 7) Опишите конструкцию сложных барабанных обмоток якоря машины постоянного тока.
- 8) Опишите конструкцию комбинированной (лягушачьей) обмотки якоря машины постоянного тока.
- 9) В каких случаях возникает поперечная реакция якоря и каким образом она влияет на результирующее магнитное поле и характеристики генераторов и двигателей?
- 10) В каких случаях возникает продольная реакция якоря и каким образом она влияет на результирующее магнитное поле и характеристики генераторов и двигателей?
- 11) В чем сущность процесса коммутации машин постоянного тока?
- 12) Каковы причины искрения электромагнитного характера на коллекторе машин постоянного тока?
- 13) Каковы причины искрения потенциального характера на коллекторе машин постоянного тока?
- 14) Каковы причины искрения механического характера на коллекторе машин постоянного тока?
- 15) Какие средства улучшения коммутации применяются в машинах постоянного тока?
- 16) Какие виды потерь мощности присутствуют в электрических машинах?

17) По какому признаку потери мощности в электрических машинах делятся на основные и добавочные? Приведите конкретные примеры обоих видов потерь.

18) Объясните энергетическую диаграмму генератора постоянного тока.

19) Объясните энергетическую диаграмму двигателя постоянного тока.

20) Приведите уравнение равновесия ЭДС генератора постоянного тока.

21) От чего зависит электромагнитный момент генератора постоянного тока?

22) Какие существуют виды генераторов постоянного тока?

23) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока независимого возбуждения.

24) Сформулируйте условия самовозбуждения генераторов постоянного тока.

25) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока параллельного возбуждения.

26) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока последовательного возбуждения.

27) Поясните вид характеристик генераторов постоянного тока смешанного возбуждения.

28) Как происходит параллельная работа постоянного тока? Сформулируйте условия включения генератора на параллельную работу с сетью.

30) В чем заключается принцип обратимости электрических машин? Приведите уравнение равновесия ЭДС двигателя постоянного тока.

31) В чем недостатки прямого пуска двигателя постоянного тока?

32) Как осуществляется реостатный пуск двигателя постоянного тока? Как рассчитывается величина сопротивления пускового реостата?

33) Какие особенности имеет пуск двигателя постоянного тока при пониженном подводимом напряжении?

34) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока параллельного возбуждения.

35) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока последовательного возбуждения.

36) Объясните вид рабочих характеристик двигателя постоянного тока смешанного возбуждения.

37) Объясните вид механических характеристики двигателей постоянного тока параллельного возбуждения.

38) Объясните вид механических характеристики двигателей постоянного тока последовательного возбуждения.

39) Объясните вид механических характеристики двигателей постоянного тока смешанного возбуждения.

40) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения введением реостата в цепь якоря?

41) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока параллельного возбуждения ослаблением магнитного потока?

42) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения введением реостата в цепь якоря?

43) Как происходит регулирование частоты вращения двигателя постоянного тока последовательного возбуждения ослаблением магнитного потока?

44) Поясните конструкцию и принцип действия электромашинного усилителя.

45) Поясните основные характеристики электромашинного усилителя.

46) Какова роль трансформатора в процессе передачи и распределения электроэнергии?

47) Перечислите основные элементы активных частей трансформатора.

48) На каком физическом явлении основан принцип действия трансформатора?

49) Укажите взаимосвязь между электрическими и магнитными величинами в трансформаторе.

50) Объясните понятие приведенного трансформатора. Каким образом осуществляется приведение параметров вторичной обмотки к первичной?

51) Начертите схему замещения приведенного трансформатора. Какой физический смысл имеют параметры схемы замещения?

52) Какие опыты позволяют определить величины параметров схемы замещения трансформатора?

53) Как происходит работа трансформатора в режиме холостого хода? Приведите векторную диаграмму и схему замещения для этого режима?

54) Как происходит работа трансформатора в режиме короткого замыкания? Приведите векторную диаграмму и схему замещения для этого режима?

55) Как происходит работа однофазного трансформатора на активно-индуктивную нагрузку? Приведите векторные диаграммы однофазного трансформатора для этого случая.

56) Как происходит работа однофазного трансформатора на активно-емкостную нагрузку? Приведите векторные диаграммы однофазного трансформатора для этого случая.

57) Объясните вид внешней характеристики трансформатора при работе на различные виды нагрузки.

58) Что такое схемы и группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов?

59) Чем отличается работа трехфазных трансформаторов на холостом ходу при соединении обмоток по схеме «звезда-звезда»?

60) Чем отличается работа трехфазных трансформаторов на холостом ходу при соединении обмоток по схеме «звезда-треугольник»?

61) Чем отличается работа трехфазных трансформаторов на холостом ходу при соединении обмоток по схеме «треугольник-звезда»?

62) Сформулируйте условия параллельной работы трехфазных трансформаторов.

63) Как происходит параллельная работа трансформаторов при разных коэффициентах трансформации?

64) Как происходит параллельная работа трансформаторов при разных напряжениях короткого замыкания?

65) Возможна ли параллельная работа трансформаторов, принадлежащих к разным группам соединения обмоток?

66) Каким образом можно экспериментально определить группу соединения обмоток трансформаторов?

67) Что такое «напряжение короткого замыкания трансформатора» и как его можно определить экспериментально?

Вопросы для подготовки к экзамену за 5 семестр

1) Опишите конструкцию и принцип действия трехфазных асинхронных двигателей.

2) Каким образом осуществляется получение кругового магнитного поля в трехфазных асинхронных двигателях?

3) Как работает асинхронная машина при неподвижном роторе? Как осуществляется приведение параметров обмотки ротора к обмотке статора?

4) Как осуществляется приведение вращающегося ротора к неподвижному? Объясните Т – образную схему замещения асинхронной машины.

5) Как осуществляется переход от Т – образной к Г – образной схеме замещения?

6) Для чего используется Г-образная схема замещения асинхронной машины?

- 7) Как строится круговая диаграмма асинхронной машины?
- 8) Как по круговой диаграмме строятся рабочие характеристики асинхронного двигателя?
- 9) Как осуществляется реакторный пуск асинхронного двигателя?
- 10) Как осуществляется автотрансформаторный пуск асинхронного двигателя?
- 11) Как осуществляется пуск асинхронного двигателя переключением схемы обмотки статора?
- 12) Какие существуют способы пуска асинхронных двигателей с фазным ротором?
- 13) Охарактеризуйте регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем изменения величины подводимого напряжения?
- 14) Охарактеризуйте регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем изменения количества полюсов обмотки статора?
- 15) Охарактеризуйте регулирование частоты вращения асинхронного двигателя путем изменения частоты подводимого напряжения?
- 16) Охарактеризуйте возможности регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с фазным ротором?
- 17) Объясните вид рабочих характеристик трехфазных асинхронных двигателей.
- 18) Объясните вид механической характеристики асинхронной машины.
- 19) Как достигается улучшение пусковых характеристик асинхронных двигателей? Как при этом используется эффект вытеснения тока?
- 20) Как перевести асинхронную машину из двигательного режима работы в генераторный?
- 21) По какой причине асинхронные генераторы не находят широкого применения в промышленности?
- 22) Приведите уравнения МДС трехфазных распределительных обмоток переменного тока: МДС катушки, МДС катушечной группы, МДС фазы, МДС трехфазной обмотки.
- 23) Охарактеризуйте работу асинхронной машины при неподвижном роторе: режим трансформатора, трехфазный индукционный регулятор, фазо-регулятор, регулируемое индукционное сопротивление.
- 24) Приведите энергетическую диаграмму асинхронного двигателя.
- 25) Выведите формулу, показывающую зависимость электромагнитного момента асинхронной машины от скольжения.
- 26) Как проводятся опыты холостого хода и короткого замыкания

асинхронного двигателя?

27) Как производится построение круговой диаграммы асинхронной машины по опытным данным?

28) Объясните принцип действия синхронного генератора и синхронного двигателя.

29) Какие конструктивные формы исполнения синхронных машин вам известны?

30) Как проявляется реакция якоря синхронного генератора?

31) В чем заключается сущность теории двух реакций.

32) Объясните построение диаграммы Потье трехфазного неявнополюсного синхронного генератора.

33) Объясните построение диаграммы Blondеля трехфазного явнополюсного синхронного генератора при симметричной нагрузке.

34) Какие сопротивления имеет синхронная машина при установившемся симметричном режиме работы?

35) Объясните вид характеристик синхронного генератора.

36) Как происходит параллельная работа синхронных генераторов с сетью?

37) Объясните вид угловых характеристик синхронных машин.

38) Проанализируйте уравнения мощности и момента синхронного двигателя.

39) Постройте упрощенную векторную диаграмму синхронного двигателя.

40) Объясните вид У-образных характеристик синхронного двигателя.

41) Какие существуют способы пуска синхронных двигателей?

42) Объясните вид рабочих характеристик синхронного двигателя.

43) Объясните назначение и принцип работы синхронного компенсатора.

44) Сформулируйте условия подключения генератора на параллельную работу с сетью.

45) Объясните природу появления одноосного момента при асинхронном пуске синхронного двигателя.

46) Какие преимущества и недостатки имеют синхронные двигатели по сравнению с асинхронными?

47) Какими способами осуществляется электрическое торможение асинхронных двигателей?

48) Какие преимущества и недостатки имеют синхронные генераторы по сравнению с асинхронными?

6.6 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

По дисциплине предусмотрен курсовой проект на тему «Проектирование двигателя постоянного тока» трудоемкостью 1,5 зачетных единицы, 54 ак. ч. Группы ЭМА выполняют курсовой проект в 5 семестре, группы ЭМА-з в 6 семестре. Все часы отведены на самостоятельную работу студентов. Курсовой проект выполняется по пособию:

Заблодский, Н.Н. Расчет и конструирование двигателя постоянного тока с применением ПЭВМ : учеб.-метод. пособие (для студ. электротехн. спец.) / Н.Н. Заблодский, Л.Н. Комарцева; Каф. электрических машин и аппаратов. — Алчевск : ДГМИ, 2003 . — 105 с.
http://library.dstu.education/list.php?IDlist=Q_1.

Кроме этого, используется литература, приведенная в разделе 7.1.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки объемом 35-40 страниц. В ней должны содержаться следующие разделы:

- Введение;
- Выбор главных размеров;
- Расчет обмотки якоря;
- Расчет геометрии зубцовой зоны;
- Определение размеров магнитной цепи;
- Расчет кривой намагничивания двигателя;
- Расчет параллельной обмотки возбуждения;
- Расчет коллектора и коммутационных параметров;
- Расчет обмотки добавочных полюсов;
- Расчет потерь и КПД двигателя;
- Расчет рабочих характеристик;
- Тепловой расчет;
- Вентиляционный расчет;
- Выводы.

В графической части проекта должны быть выполнены чертежи листа якоря, междуполусного окна и развернутая схема обмотки статора.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендуемая литература

Основная литература

1. Копылов, И. П. Электрические машины: учебник для вузов / И. П. Копылов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 669 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-18684-0. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/545357> (дата обращения: 22.08.2024).

2. Встовский, А.Л. Электрические машины: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / А.Л. Встовский. — М. : ИНФРА-М ; Красноярск : СФУ, 2022. — 462 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). — ISBN 978-5-16-016213-3. http://library.dstu.education/list.php?IDlist=Q_3. В наличии 5 экземпляров

3. Галишников, Ю. П. Трансформаторы и электрические машины: / Ю.П. Галишников. — Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 216 с. : ил., табл., схем., граф. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618465> (дата обращения 22.08.24)

Дополнительная литература

1. Вольдек, А.И. Электрические машины [Текст] : учеб. для вузов / А.И. Вольдек. — Л.: Энергия, 1974. — 840 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

2. Кацман, М. М. К Электрические машины: Учеб. для электротехн. средн. спец. учебных заведений / М. М Кацман. — 4-е изд. — М: Высш. шк, 2003. — 469 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

3. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины. В 2-х т. Том 1: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 656 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

4. Иванов-Смоленский А.В. Электрические машины: Учебник для вузов. В 2-х т. Том 2. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Издательство МЭИ, 2004. — 532 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания к выполнению лабораторной работы ТЗ «Параллельная работа трехфазных трансформаторов» по курсу «Электрические машины» : (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Ов-

чар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 12 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

2. Методические указания к выполнению лабораторной работы Т1 «Однофазный трансформатор» по курсу «Электрические машины» : (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 13 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

3. Методические указания к выполнению лабораторной работы А2 «Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 3 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 17 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

4. Методические указания к выполнению лабораторной работы П2 «Генератор постоянного тока параллельного возбуждения» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 курса всех форм обуч.) ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 21 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

5. Методические указания к выполнению лабораторной работы П1 «Генератор постоянного тока независимого возбуждения» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 2 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 23 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

6. Методические указания к выполнению лабораторной работы А4 «Двигатель Шраге–Рихтера» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 3 курса всех форм обуч.) / сост. Л.Н. Комаревцева, А.П. Овчар, А.К. Ровенская ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 12 с. <https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

7. Методические указания к выполнению лабораторной работы А1 «Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором» по курсу «Электрические машины»: (для студ. напр. подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» 3 курса всех форм обуч.) ; Каф. Электрических машин и аппаратов . — Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . — 20 с.

<https://moodle.dstu.education/course/view.php?id=474>

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ : официальный сайт. — Алчевск. — URL: library.dstu.education. — Текст : электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: <http://ntb.bstu.ru/jirbis2/>. — Текст : электронный.
3. Консультант студента : электронно-библиотечная система. — Москва. — URL: <http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. — Текст : электронный.
4. Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система. — URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red. — Текст : электронный.
5. IPR BOOKS : электронно-библиотечная система. — Красногорск. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/>. — Текст : электронный.
6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) : официальный сайт. — Москва. — <https://www.gosnadzor.ru/>. — Текст : электронный.

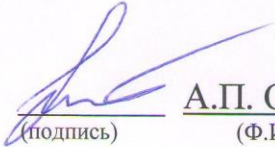
Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Специальные помещения: <i>Мультимедийная аудитория. (30 посадочных мест)</i>, оборудованная специализированной (учебной) мебелью, рабочее место преподавателя (ПК: монитор + системный блок) – 1 шт., доска аудиторная– 1 шт.), проектор EPSON EB-X7 – 1 шт, широкоформатный экран. Аудитории для проведения практических занятий, для самостоятельной работы: <i>Компьютерный класс (25 посадочных мест)</i>, оборудованный учебной мебелью, компьютерами с неограниченным доступом к сети Интернет, включая доступ к ЭБС: - Компьютер Intel Celeron 2,8 GHz; - Компьютер HEDY; - Компьютер 80386DX; - Компьютер Intel Celeron 600 MHz; - Компьютер Intel Celeron 2.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 1,3 Ghz. - Компьютер AthlonXP 1.92 Ghz; - Компьютер AMD Duron 1.79 Nhz; - Компьютер AMD Athlon 3200 Mhz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер Intel Celeron 420 1.66 Ghz; - Компьютер AMD Athlon 64 x2 Dual Core Proceggor 400+. Доска аудиторная– 1 шт. <i>Лаборатория электрических машин (25 посадочных мест)</i> - Лабораторный стенд для исследования сельсинов- 1 - Лабораторный стенд для исследования универсальных коллекторных двигателей - 1 - Лабораторный стенд для исследования асинхронных машин - 1 - Лабораторный стенд для исследования ЭМУ-1	ауд. 129 корп. первый ауд. 229 корп. первый ауд 129, корп. первый

Лист согласования РПД

Разработал
доц. кафедры электромеханики
им. А. Б. Зеленова
(должность)


(подпись) А.П. Овчар
(Ф.И.О.)

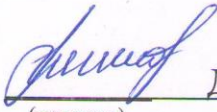
(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

(должность)

(подпись) (Ф.И.О.)

Заведующий кафедрой


(подпись) Д. И. Морозов
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
электромеханики им. А.Б. Зеленова

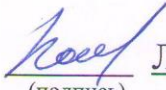
от 22.08.2024г.

Декана факультета

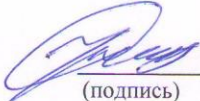

(подпись) В. В. Дьячкова
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и
электротехника


(подпись) Л.Н. Комаревцева
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра


(подпись) О.А. Коваленко
(Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	