

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(ОмГУПС (ОМИИТ))

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор,
проректор по научной работе

_____ С. Г. Шантаренко
подпись (И.О.Ф.)
«25» марта 2022 г.

_____ С. Г. Шантаренко
подпись (И.О.Ф.)
«28» февраля 2023 г.

_____ А. Н. Смердин
подпись (И.О.Ф.)
«29» февраля 2024 г.

_____ А. Н. Смердин
подпись (И.О.Ф.)
«28» февраля 2025 г.

_____ А. Н. Смердин
подпись (И.О.Ф.)
«27» февраля 2026 г.

Кафедра «Электрические машины и общая электротехника»

Авторы Харламов Виктор Васильевич, зав. кафедрой, д. т. н., профессор,
Попов Денис Игоревич, доцент, к. т. н., доцент

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Д.А.03 «Электротехнические комплексы и системы»

Научная

специальность: 2.4.2. Электротехнические комплексы и системы

Образовательная программа:

программа подготовки научных и научно-педагогических кадров
в аспирантуре

Форма обучения:

Очная

Год	Одобрено на заседании кафедры			Согласовано с отделом «Аспирантура и докторантура»	
	Дата	№ протокола	Ф.И.О. зав. кафедрой	Дата	Ф. И. О. начальника отдела
2022	25.03.2022	12	В.В. Харламов	25.03.2022	Е. В. Герман
2023	21.02.2023	9	В.В. Харламов	28.02.2023	Е. В. Герман
2024	21.02.2024	10	В.В. Харламов	29.02.2024	Е. В. Герман
2025	12.02.2025	10	В.В. Харламов	28.02.2025	Е. В. Герман
2026	20.02.2026	9	В.В. Харламов	27.02.2026	Е. В. Герман

Омск 2022 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины «Электротехнические комплексы и системы» являются углубленное изучение общей теории, системных свойств и связей электротехнических комплексов и систем, подходов к их проектированию, созданию и эксплуатации, принципов физического, математического, имитационного и компьютерного моделирования их компонентов, подготовка к сдаче кандидатского экзамена.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

Дисциплина «Электротехнические комплексы и системы» (далее – дисциплина) является обязательной и относится к образовательному компоненту программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее – программа аспирантуры) с индексом Д.А.03.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ

В результате изучения дисциплины аспирант должен знать общую теорию электротехнических комплексов и систем; научных основ проектирования, создания и эксплуатации электротехнических комплексов, систем и их компонентов; принципы разработки, структурного и параметрического синтеза, оптимизации электротехнических комплексов, систем и их компонентов, разработки алгоритмов их эффективного управления; принципы исследования работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов; принципы разработки эффективного, экологичного и безопасного полного жизненного цикла электротехнических комплексов, включающего создание, эксплуатацию и утилизацию их компонентов; основные достижения науки и техники в изучаемой области научных знаний по тематике научной деятельности.

Основным результатом освоения дисциплины должна стать сдача кандидатского экзамена.

4. ОБЪЕМ И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Общая трудоемкость дисциплины составляет: 12 зачетных единиц (432 академических часа).

4.2. Распределение объема дисциплины на контактную работу с преподавателем и самостоятельную работу обучающихся

Виды учебной работы в соответствии с учебным планом	Количество часов			
	Всего по учебному плану	Номер семестра		
		3	4	
Контактная работа (аудиторные занятия)	288	144	144	
В том числе:				
Лекции (Лек)	144	72	72	
Практические занятия (Пр)	144	72	72	
Контроль самостоятельной работы (КСР)	–	–	–	
Самостоятельная работа (СРС)	72	36	36	
Промежуточная аттестация (Кандидатский экзамен(Э) /зачет(3) /зачет с оценкой (ЗаО)/час)	3/180 КЭ/180	3/36	КЭ/36	
ОБЩАЯ трудоемкость дисциплины:	Часы	432	216	216
	Зач. ед.	12	6	6

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

Номер семестра	Номер недели	Тема (раздел) дисциплины	Краткое содержание темы (раздела)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
				Лек	Пр	КСР	СРС	Всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	1	1. Электромеханические преобразователи энергии	Типы электрических машин. Общая классификация электрических и электронных аппаратов. Оценка эффективности, качества и надежности электрических машин и аппаратов. Электромеханическое преобразование энергии и физические законы, на которых оно основано. Два подхода к описанию электромагнитных процессов в электрических машинах: с позиций теории поля и теории электрических цепей. Сравнительное сопоставление физического моделирования, аналитических и численных методов решения уравнений. Обобщенная электрическая машина – математическая модель электрических машин всех типов. Допущения при записи уравнений обобщенной машины. Дифференциальные уравнения в различных системах координат. Уравнения Парка–Горева синхронной машины. Физический смысл параметров обобщенной машины – коэффициентов в дифференциальных уравнениях. Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии. Физические процессы в трансформаторе.	4	4		2	10	Контроль посещаемости. Проверка выполнения практической работы. Проверка выполнения СРС.
2	4			4		2	10		
3	4			4	4		2	10	
4	4			4	4		2	10	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	5		Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток. Основные уравнения и схема замещения трансформатора. Параметры трансформаторов, методы их определения. Параллельная работа трансформаторов. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах. Классификация трансформаторов, их специальные типы. Виды потерь и физические причины их возникновения в электрических машинах. Коэффициент полезного действия электрических машин и трансформаторов, способы его расчетного и экспериментального определения.	4	4		2	10		
	6			4	4		2	10		
	7			4	4		2	10		
	8			4	4		2	10		
	9			4	4		2	10		
	10	2. Основные положения теории электрического привода	Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым электроприводом, и его обобщенные функциональные схемы. Математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем электрического привода. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов. Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Примеры формирования оптимальных переходных процессов. Регулирование координат электропривода постоянного и переменного тока.	4	4		2	10	Контроль посещаемости. Проверка выполнения практической работы. Проверка выполнения СРС.	
	11				4	4		2		10
	12				4	4		2		10
	13				4	4		2		10
	14				4	4		2		10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	15		Следящие, многодвигательные электроприводы. Выбор электродвигателя. Разработка эффективного, экологичного и безопасного жизненного цикла электротехнических комплексов и систем электропривода.	4	4		2	10	
	16			4	4		2	10	
	17	3. Теория и принципы работы комплектных узлов электрооборудования	Преобразователи напряжения. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности. Контактные и бесконтактные узлы управления электродвигателями. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования.	4	4		2	10	Контроль посещаемости. Проверка выполнения практической работы. Проверка выполнения СРС.
	18			4	4		2	10	
Всего часов по видам учебной работы (3 семестр):				72	72		36	180	–
Всего часов на промежуточную аттестацию (3 семестр):								36	3
Всего часов (3 семестр):								216	–
4	26	4. Автоматическое управление электроприводом	Основные функции и структуры автоматического управления электроприводами. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводами. Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных систем автоматического управления электроприводами. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями.	4	4		2	10	Контроль посещаемости. Проверка выполнения практической работы. Проверка выполнения СРС.
	27			4	4		2	10	
	28			4	4		2	10	
	29			4	4		2	10	
	30			4	4		2	10	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	31		Управление электроприводами с линейными двигателями. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления. Защита от перегрузок и аварийных режимов. Типовые узлы и типовые системы автоматического управления электроприводами, поддерживающие постоянство заданных переменных, непрерывного и дискретного действия. Оптимальные и инвариантные системы автоматического управления электроприводами. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.	4	4		2	10	
	32			4	4		2	10	
	33			4	4		2	10	
	34			4	4		2	10	
	35			4	4		2	10	
	36	5. Электротехнические комплексы и системы электроснабжения промышленного назначения и железнодорожного транспорта	Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени. Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта. Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения. Качество электрической энергии и его показатели. Основные нормативные документы в области качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов.	4	4		2	10	Контроль посещаемости. Проверка выполнения практической работы. Проверка выполнения СРС.
	37			4	4		2	10	
	38			4	4		2	10	
	39			4	4		2	10	
	40			4	4		2	10	
	41			4	4		2	10	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	42	6. Современные методы исследования и диагностирования электро-технических комплексов на основе электро-механических преобразователей энергии	Теоретические основы процесса коммутации в коллекторных электрических машинах. Уравнения классической теории коммутации. Понятие о неидентичности коммутационных циклов. Роль щеточного контакта в коммутационном процессе. Анализ факторов, влияющих на коммутацию и способы ее улучшения. Методы оценки уровня искрения щеток. Методы исследования процессов нагрева и охлаждения тяговых электрических машин. Влияние температуры и режимов работы электрических машин на срок службы изоляции.	4	4		2	10	Контроль посещаемости. Проверка выполнения практической работы. Проверка выполнения СРС.
	43	7. Электротехнические комплексы и системы железнодорожного подвижного состава	Структура отечественного и зарубежного парка ЭПС: основные серии и параметры. Электромеханические, скоростные, тяговые, тормозные, токовые характеристики. Способы регулирования скорости, силы тяги (торможения), мощности ЭПС и параметров электрической энергии. Режимы работы и особенности преобразования энергии на ЭПС. Работа тягового привода в условиях скоростного и тяжеловесного движения.	4	4		2	10	Контроль посещаемости. Проверка выполнения практической работы. Проверка выполнения СРС.
Всего часов по видам учебной работы (4 семестр):				72	72		36	180	
Всего часов на промежуточную аттестацию (4 семестр):								36	КЭ
Всего часов (4 семестр):								216	–
Итого за год:								432	–

Промежуточная аттестация (3 семестр) по дисциплине производится в форме устного зачета в виде собеседования с обучающимся по двум – трем вопросам из списка, приведенного в п. 6.3.1. Вопросы для подготовки к зачету доводятся до сведения обучающихся заранее. При подготовке к ответу пользование учебниками, учебно-методическими пособиями, средствами связи и электронными ресурсами на любых носителях запрещено.

Промежуточная аттестация (4 семестр) по дисциплине производится в форме устного экзамена по расписанию экзаменационной сессии. Вопросы для подготовки к экзамену приведены в п. 6.3.2 и доводятся до сведения обучающихся заранее. Билет содержит три вопроса. При подготовке к ответу пользование учебниками, учебно-методическими пособиями, средствами связи и электронными ресурсами на любых носителях запрещено.

4.4. Практические занятия

Номер семестра	Номер недели	Тема (раздел) дисциплины	Наименование практических занятий	Кол-во часов
1	2	3	4	5
3	1-18	1-3	«Математическое моделирование процесса коммутации в коллекторных электрических машинах»: 1. Расчет линейной коммутации. 2. Моделирование процесса коммутации с учетом активного сопротивления секции. 3. Моделирование процесса коммутации с учетом сопротивления и индуктивности коммутируемой секции. 4. Моделирование процесса коммутации с учетом коммутирующей ЭДС. 5. Моделирование процесса коммутации с учетом формы вольт-амперной характеристики щетки.	72
Всего часов в 3 семестре:				72
4	26-43	4-7	«Математическое моделирование процесса испытаний асинхронных машин методом взаимной нагрузки»: 1. Расчет параметров схемы замещения асинхронной машины по ее каталожным данным. 2. Математическое моделирование работы асинхронной машины. 3. Математическое моделирование работы выпрямителя. 4. Математическое моделирование работы управляемого инвертора. 5. Математическое моделирование работы испытательного стенда.	72
Всего часов в 4 семестре:				72
Итого за год:				144

По результатам выполнения практической работы обучающийся оформляет отчет и отвечает на предложенные преподавателем вопросы (2 – 3 вопроса) устно или в письменном виде в конце отчета. Контроль выполнения практической работы выполняется в часы проведения практических занятий.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для выполнения самостоятельной работы обучающиеся имеют возможность использовать материально-техническую базу университета и учебно-методическое обеспечение дисциплины. Предусмотрены помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой (в том числе с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета).

Номер семестра	Номер недели	Тема (раздел) учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы обучающихся. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы	Кол-во часов
1	2	3	4	5
3	1-18	1-3	Проработка теоретического материала. Учебники и пособия (см. разд. 8), интернет-ресурсы (см. разд. 9) информационно-справочные системы (см. разд. 10).	12
			Подготовка к практическим занятиям. Учебники и пособия (см. разд. 8), интернет-ресурсы (см. разд. 9) информационно-справочные системы (см. разд. 10).	12
			Проработка тем для самостоятельного изучения. Учебники и пособия (см. разд. 8), интернет-ресурсы (см. разд. 9) информационно-справочные системы (см. разд. 10).	12
Всего часов СР в 3 семестре:				36
4	26-43	4-7	Проработка теоретического материала. Учебники и пособия (см. разд. 8), интернет-ресурсы (см. разд. 9) информационно-справочные системы (см. разд. 10).	12
			Подготовка к практическим занятиям. Учебники и пособия (см. разд. 8), интернет-ресурсы (см. разд. 9) информационно-справочные системы (см. разд. 10).	12
			Проработка тем для самостоятельного изучения. Учебники и пособия (см. разд. 8), интернет-ресурсы (см. разд. 9) информационно-справочные системы (см. разд. 10).	12
Всего часов СР в 4 семестре:				36
Итого за год:				72

Задание выполняется обучающимися самостоятельно в свободное от учебных занятий время. Оценивается преподавателем в форме рецензирования конспекта по заданным темам без устной защиты.

6. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Вопросы для защиты практической работы № 1

«Математическое моделирование процесса коммутации в коллекторных электрических машинах»

- 1) Что понимается под понятием коммутации в коллекторных электрических машинах?
- 2) Изменение какого параметра характеризует коммутационный процесс?
- 3) При каком условии коммутационный процесс можно охарактеризовать, как удовлетворительный?
- 4) К каким последствиям приводит неудовлетворительная коммутация?
- 5) Когда коммутацию называют линейной?
- 6) При каких допущениях коммутационный процесс становится линейным?
- 7) Когда коммутацию называют замедленной или ускоренной?
- 8) Какие параметры коммутируемого контура приводят к замедлению процесса коммутации, а какие к ускорению?
- 9) Как величина активного сопротивления секции воздействует на коммутационный процесс?
- 10) Как величина индуктивности секции влияет на коммутационный процесс?
- 11) Как коммутирующая ЭДС воздействует на коммутационный процесс?
- 12) Какой вид имеет вольт-амперная характеристика щетки?
- 13) Как вольт-амперная характеристика щетки влияет на коммутационный процесс?
- 14) Какие аппроксимации вольт-амперной характеристики щетки возможны? Какая из них более точная?
- 15) За счет чего возможна настройка коммутации машины постоянного тока?

6.2. Вопросы для защиты практических работ № 2

«Математическое моделирование процесса испытаний асинхронных машин методом взаимной нагрузки»

- 1) Какие параметры асинхронной машины являются каталожными?
- 2) Какую зависимость между номинальным КПД и номинальной мощностью можно отметить у асинхронных машин стандартной серии?
- 3) Что называют схемой замещения асинхронной машины?
- 4) Какая схема замещения асинхронной машины приведена в работе?
- 5) Какие параметры схемы замещения асинхронной машины нужны для математического моделирования?
- 6) Какие категории испытаний электрических машин существуют?
- 7) Как осуществляется испытание электрических машин методом взаимной нагрузки?
- 8) За счет чего обеспечивается высокая энергетическая эффективность метода взаимной нагрузки?
- 9) Какие особенности в обмене энергией между испытуемой и нагрузочной машинами имеет рассмотренная схема испытаний?
- 10) Какие основные элементы имеет преобразователь частоты, имеющийся в составе рассмотренной схемы испытаний?
- 11) Каким образом формируется управляющий сигнал в системе управления преобразователем частоты?

- 12) Как происходит процесс формирования напряжения в рассмотренном управляемом инверторе?
- 13) Как происходит процесс формирования напряжения в рассмотренном выпрямителе?
- 14) Из каких трех частей состоит математическая модель, описывающая электромеханическую систему двух механически связанных асинхронных машин?
- 15) Какую роль в рассмотренной схеме выполняет общая шина постоянного тока?

6.3. Материалы для оценки результатов промежуточной аттестации

6.3.1. Вопросы для подготовки к зачету (3 семестр)

Основные положения теории электрического привода

1. Функции, выполняемые общепромышленным и тяговым электроприводом, и его обобщенные функциональные схемы.
2. Математическое, имитационное и компьютерное моделирование компонентов электротехнических комплексов и систем электрического привода.
3. Характеристики электромеханического преобразователя энергии и его математическое описание в двигательном и тормозном режимах. Обобщенная электрическая машина как основной компонент электропривода.
4. Электромеханические свойства двигателей постоянного тока, асинхронных, синхронных двигателей, их характеристики.
5. Математические модели и структурные схемы электромеханических систем с электродвигателями разных типов.
6. Установившиеся режимы работы электропривода. Частотный и спектральный анализ. Учет упругих звеньев и связей. Учет нелинейностей. Построение адекватных моделей с использованием компьютерных технологий.
7. Переходные процессы в электроприводах. Линейные и нелинейные системы, передаточные и переходные функции электропривода. Примеры формирования оптимальных переходных процессов при разгоне и торможении электропривода с учетом процессов в рабочем механизме.
8. Регулирование координат электропривода постоянного тока. Характеристика системы электропривода управляемый преобразователь – двигатель постоянного тока.
9. Регулирование координат электропривода переменного тока. Характеристика систем электроприводов: преобразователь частоты – асинхронный двигатель, преобразователь частоты – синхронный двигатель, системы с шаговыми двигателями, системы с линейными двигателями и сферы их применения.
10. Следящие электроприводы. Многодвигательные электромеханические системы.
11. Выбор типа и мощности электродвигателя, обоснование структуры, типа и мощности преобразователя.
12. Разработка эффективного, экологичного и безопасного полного жизненного цикла электротехнических комплексов и систем электропривода, включающего создание, эксплуатацию и утилизацию их компонентов.

Автоматическое управление электроприводом

13. Основные функции и структуры автоматического управления электроприводами. Типовые, функциональные схемы и типовые системы, осуществляющие автоматический пуск, стабилизацию скорости, реверс и остановку электродвигателей.

14. Общие вопросы теории замкнутых систем автоматического управления электроприводами при заданном рабочем механизме.
15. Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация замкнутых, линейных и нелинейных, непрерывных и дискретных систем автоматического управления электроприводами. Применение методов вариационного исчисления и пакетов прикладных программ для ПЭВМ.
16. Системы управления электроприводами постоянного и переменного тока. Типовые структуры систем управления асинхронными и синхронными двигателями.
17. Особенности построения систем управления асинхронными и синхронными двигателями.
18. Особенности построения систем управления электроприводов с тиристорными преобразователями.
19. Структура управления специальным приводами (тяговые, крановые, муфтовые и т.п.). Управление электроприводами с линейными двигателями.
20. Управление электроприводами при наличии редуктора и упругой связи двигателя с механизмом. Стабилизирующие системы управления электроприводами. Защита от перегрузок и аварийных режимов.
21. Типовые узлы и типовые системы автоматического управления электроприводами, поддерживающие постоянство заданных переменных.
22. Типовые узлы и типовые следящие системы автоматического управления электроприводами непрерывного и дискретного действия.
23. Оптимальные и инвариантные системы автоматического управления электроприводами. Анализ и синтез следящих систем автоматического управления с учетом стохастических воздействий.
24. Цифровые системы автоматического управления электроприводами. Электроприводы в робототехнических комплексах и гибких автоматизированных производствах.
25. Применение микропроцессоров и микроЭВМ для индивидуального и группового управления электроприводами технологических объектов и транспортных средств.
26. Адаптивные системы автоматического управления и принципы их управления. Алгоритмы адаптации в электроприводах.
27. Исследование работоспособности и качества функционирования электроприводов и их компонентов в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электроприводов.

Теория и принципы работы комплектных узлов электрооборудования

28. Преобразователи напряжения, в том числе: генераторы и электромашинные преобразователи, управляемые вентильные преобразователи постоянного и переменного тока в постоянный, инверторы, непосредственные преобразователи частоты переменного тока и др.
29. Основные принципы построения систем и комплектных узлов общепромышленного электрооборудования и электрооборудования подвижных объектов. Контакторно-резисторные и электронные узлы систем управления электрическим подвижным составом и их особенности.
30. Контактные и бесконтактные узлы управления электродвигателями постоянного и переменного тока, работающие в непрерывных, релейных и импульсных режимах. Особенности проектирования. Элементная база силовых цепей электрооборудования (контакторы, резисторы, силовые полупроводниковые приборы).

6.3.2. Вопросы для подготовки к экзамену (4 семестр)

Электромеханические преобразователи энергии

31. Применение электрических машин, трансформаторов и аппаратов в системах генерирования, передачи, распределения и потребления электрической энергии.

32. Типы электрических машин. Общая классификация электрических и электронных аппаратов. Оценка эффективности, качества и надежности электрических машин и аппаратов. Электромеханическое преобразование энергии и физические законы, на которых оно основано.

33. Два подхода к описанию электромагнитных процессов в электрических машинах: с позиций теории поля и теории электрических цепей. Сравнительное сопоставление физического моделирования, аналитических и численных методов решения уравнений.

34. Обобщенная электрическая машина – математическая модель электрических машин всех типов. Допущения при записи уравнений обобщенной машины. Дифференциальные уравнения в различных системах координат. Уравнения Парка–Горева синхронной машины. Физический смысл параметров обобщенной машины – коэффициентов в дифференциальных уравнениях.

35. Уравнения установившегося режима работы асинхронных и синхронных машин. Векторные диаграммы и эквивалентные схемы замещения. Основные характеристики двигателей и генераторов.

36. Электромагнитный момент обобщенной электрической машины, уравнение движения ротора. Статические и динамические механические характеристики электродвигателей. Способы измерения момента.

37. Временные и пространственные гармоники в электрических машинах, параметры высших гармоник. Методы расчета гармоник магнитодвижущей силы (МДС) и магнитной индукции в воздушном зазоре с учетом формы зубцовой зоны сердечников и нелинейных свойств магнитной цепи.

38. Исследование электрических машин при несинусоидальном и несимметричном напряжении. Управление электрическими двигателями от полупроводниковых преобразователей. Работа синхронного генератора на выпрямительную нагрузку. Вентильные двигатели. Особенности работы электрических машин при пульсирующем токе.

39. Многообмоточные электрические машины. Математические модели асинхронных двигателей с двойной беличьей клеткой и синхронных машин с демпферными обмотками. Учет влияния вихревых токов, гистерезиса и потерь в стали.

40. Математическое моделирование электрических машин с изменяющимися параметрами. Учет вытеснения тока в проводниках, насыщения и изменения момента инерции.

41. Несимметричные электрические машины. Способы математического описания и математические модели синхронных и асинхронных машин с магнитной и электрической несимметрией статора и ротора. Однофазные двигатели переменного тока.

42. Электрическая машина как элемент электромеханической системы. Математические модели электрических машин с учетом внешних элементов, включенных в цепи статора и ротора.

43. Область поля электрической машины. Математическое описание электромагнитного поля электрической машины. Разделение области поля на вращающуюся и неподвижную части. Граничные и начальные условия.

44. Электромагнитная сила, действующая в области паза с током в магнитном поле (распределение силы между проводом и стенками паза). Зависимость силы от величины

поля, полученная из энергетических соображений. Аналитические выражения электромагнитных сил и моментов.

45. Электродвижущая сила (ЭДС), индуцированная в проводнике, расположенном в пазу электрической машины, зависимость ее от индукции в зазоре.

46. Магнитное поле в гладком зазоре между статором и ротором. Магнитное поле в ярмах статора и ротора (учет кривизны, расчет магнитного напряжения, вытеснение магнитного потока в окружающее пространство).

47. Методы и результаты исследования магнитного поля в зубчатом воздушном зазоре. Поле в области пазов с током и без тока при односторонней и двусторонней зубчатости. Подход к вычислению удельной проводимости зазора. Коэффициент воздушного зазора.

48. Гармонический анализ удельной магнитной проводимости воздушного зазора, МДС и магнитной индукции в воздушном зазоре машин переменного тока.

49. Взаимная индукция однофазных и многофазных обмоток для токов прямой, обратной и нулевой последовательностей в машинах переменного тока.

50. Поле рассеяния в пазах различной формы. Расчет индуктивностей пазового, лобового и дифференциального рассеяния для однослойных и двухслойных однофазных обмоток.

51. Магнитное поле в области торцевых частей машины. Расчетная длина машины. Поле лобовых частей. Электромагнитные силы, действующие на лобовые части. Магнитные поля и параметры синхронных машин при симметричной и несимметричной нагрузках, переходные и сверхпереходные параметры.

52. Методы расчета электромагнитных полей в распределенных вторичных контурах (полый и массивный ротор в асинхронных машинах, массивные полюса и массивный неявнополюсный ротор в синхронных машинах). Эквивалентные параметры роторных контуров в асинхронных и синхронных машинах.

53. Влияние вихревых токов в проводниках, лежащих в пазу, на их активное и индуктивное сопротивление. Меры по уменьшению добавочных потерь в обмотках (транспозиция проводников, скрутка в лобовых частях).

54. Виды потерь и физические причины их возникновения в электрических машинах. Методики расчета основных и добавочных потерь в машинах переменного и постоянного тока. Коэффициент полезного действия электрических машин и трансформаторов, способы его расчетного и экспериментального определения.

55. Трансформаторы как электромагнитные преобразователи энергии. Физические процессы в трансформаторе. Магнитные системы и обмотки трансформаторов, группы соединения обмоток. Основные уравнения и схема замещения трансформатора. Параметры трансформаторов, методы их определения. Параллельная работа трансформаторов. Несимметричные режимы работы трансформаторов. Переходные процессы в трансформаторах. Классификация трансформаторов, их специальные типы.

56. Методы анализа электромагнитных полей. Законы электромагнитного поля. Дифференциальные уравнения для параметров поля. Численные методы (метод конечных разностей, метод конечных элементов, метод интегральных уравнений) и программное обеспечение для расчетов полей электромагнитных систем. Методы расчетов параметров макромоделей (ЭДС, индуктивностей, силовых характеристик) на основе анализа электромагнитного поля.

57. Источники теплоты в электрических аппаратах. Методы анализа. Способы снижения потерь в электрических аппаратах. Теплопередача в окружающее пространство. Критерии подобия. Критериальные уравнения. Расчет коэффициентов теплопередачи. Задачи

стационарной и нестационарной теплопроводности в электрических аппаратах. Нестационарный режим нагрева и остывания электрических аппаратов.

Электротехнические комплексы и системы электроснабжения промышленного назначения и железнодорожного транспорта

58. Классификация источников, приемников и преобразователей электрической энергии. Электрические нагрузки и закономерности изменения их во времени. Использование теории случайных процессов для представления основных параметров нагрузки. Основы теории прогнозирования и динамики потребления электрической энергии.

59. Тяговые подстанции и их принципиальные особенности; типы тяговых подстанций электротранспорта.

60. Принципы расчета электрических сетей и систем электрооборудования.

61. Разработка, структурный и параметрический синтез, оптимизация электротехнических комплексов, систем электроснабжения. Современные методы оптимизации, критерии оптимизации. Характерные схемы электроснабжения. Выбор напряжения в системах электроснабжения.

62. Блуждающие токи и коррозия подземных сооружений. Защита от блуждающих токов.

63. Определение токов короткого замыкания и выбор электрических аппаратов защиты. Принципы автоматического повторного включения.

64. Качество электрической энергии и его показатели. Основные нормативные документы в области качества электроэнергии. Влияние качества электроэнергии на потребление электроэнергии и на производительность механизмов и агрегатов.

65. Взаимодействие системы тягового электроснабжения и электрического подвижного состава. Электромагнитная совместимость приемников электрической энергии с питающей сетью.

66. Средства улучшения показателей качества электроэнергии. Компенсация реактивной мощности в электроприводах и системах электроснабжения.

67. Исследование работоспособности и качества функционирования электротехнических комплексов, систем электроснабжения в различных режимах, при разнообразных внешних воздействиях, диагностика электротехнических комплексов электроснабжения и преобразовании электрической энергии.

68. Повышение уровня напряжения и компенсация реактивной мощности.. Основные направления развития компенсирующих устройств в промышленности и на железнодорожном транспорте.

69. Заземление электроустановок, молниезащита промышленных, транспортных сооружений.

70. Допустимые перегрузки элементов преобразовательных подстанций в системах электроснабжения; прогнозирование перегрузок.

71. Электрический баланс в системах электроснабжения промышленных предприятий и железнодорожного транспорта. Методика расчета потерь мощности в системах электроснабжения. Нормирование энергопотребления.

72. Структура электроснабжения железной дороги. Системы тягового электроснабжения электрифицированных железных дорог. Зарубежные системы тягового электроснабжения.

73. Особенности питания электрической тяги на постоянном и переменном токе. Стыкование участков с различным напряжением в тяговой сети или с различными системами тока.

74. Схемы главных электрических соединений тяговых и трансформаторных подстанций железнодорожного транспорта. Общие требования, типовые проекты схем. Основное оборудование тяговых подстанций, режимы его работы.

75. Электрические параметры элементов тяговой сети. Тяговые рельсовые цепи. Сопротивление тяговой сети постоянного и переменного тока. Имитационное моделирование системы тягового электроснабжения.

76. Система внешнего электроснабжения железных дорог. Сопряжение систем внешнего и тягового электроснабжения. Снижение уравнивающих потоков энергии.

77. Снижение потерь энергии в тяговой сети. Схемы питания тяговой сети. Устройства раздела питания тяговой сети.

78. Влияние изменений напряжения на работу электрических локомотивов и пропускную способность участка железной дороги, в том числе в условиях применения рекуперативного торможения. Регулирование напряжения на тяговых подстанциях. Несимметрия и несинусоидальность токов и напряжений в системе электроснабжения.

79. Электромагнитная совместимость на железнодорожном транспорте. Электромагнитная связь в многопроводных системах. Методы снижения опасного и мешающего влияния электрифицированных железных дорог.

80. Современные электротехнические комплексы для повышения энергетической эффективности системы тягового электроснабжения. Системы управляемого электроснабжения для пропуска скоростных и тяжеловесных поездов: регулирование напряжения, вольтодобавочные устройства, одноагрегатные тяговые блоки, управляемые выпрямители.

81. «Цифровые» подстанции. Системы SmartGrid.

82. Выпрямительно-инверторные преобразователи и накопители электроэнергии.

83. Технологии энергосбережения в электроприводе. Электротермическое оборудование. Электрическая сварка. Освещение. Компрессорное оборудование. Энергосберегающая сушка изоляции электрических машин.

84. Разработка эффективного, экологичного и безопасного полного жизненного цикла электротехнических комплексов и систем электроснабжения, включающего создание, эксплуатацию и утилизацию их компонентов.

Современные методы исследования и диагностирования электротехнических комплексов на основе электромеханических преобразователей энергии

85. Теоретические основы процесса коммутации в коллекторных электрических машинах. Уравнения классической теории коммутации, виды коммутационных процессов. Понятие о неидентичности коммутационных циклов. Анализ факторов, влияющих на коммутацию тяговых электродвигателей. Способы улучшения коммутации.

86. Щеточный контакт в коллекторных электрических машинах и его вольтамперные характеристики. Роль щеточного контакта в коммутационном процессе. Понятие о коммутирующей способности щеток.

87. Особенности механического взаимодействия щетка-коллектор в коллекторных тяговых электродвигателях. Оценка состояния профиля коллектора тяговых электродвигателей. Объективные методы оценки уровня искрения щеток электрических машин.

88. Методы исследования процессов нагрева и охлаждения тяговых электрических машин. Влияние температуры и режимов работы электрических машин на срока службы их изоляции.

89. Способы контроля состояния изоляции и обнаружения межвитковых замыканий в обмотках тяговых и вспомогательных электрических машин.

Электротехнические комплексы и системы железнодорожного подвижного состава; управление жизненным циклом их компонентов

90. Структура парка электроподвижного состава (ЭПС) отечественных железных дорог. Основные серии и параметры ЭПС. Зарубежные электровозы и электропоезда.

91. Электромеханические характеристики на валу тягового двигателя и на ободах колес. Скоростные, тяговые, тормозные, токовые характеристики ЭПС.

92. Способы регулирования скорости, силы тяги (торможения) и мощности ЭПС с различными типами тяговых двигателей. Способы регулирования параметров электрической энергии, подводимой к различным типам тяговых двигателей.

93. Режимы работы ЭПС, их энергетическая оценка. Особенности преобразования энергии на ЭПС в режимах тяги и электрического торможения.

94. Работа тягового привода ЭПС в условиях скоростного и тяжеловесного движения поездов.

7. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Эффективное освоение дисциплины предполагает регулярное посещение всех видов аудиторных занятий, выполнение плана самостоятельной работы в полном объеме и прохождение аттестации в соответствии с календарным учебным графиком.

Обучающемуся рекомендуется ознакомиться со списком основной и дополнительной литературы и взять в библиотеке издания в твердой копии (необходимо иметь при себе читательский билет и уметь пользоваться электронным каталогом «ИРБИС»).

Доступ к информационным ресурсам библиотеки и информационно-справочным системам сети «Интернет» организован в читальных залах библиотеки со стационарных ПЭВМ, либо с личной ПЭВМ (ноутбука, планшетного компьютера или иного мобильного устройства) посредством беспроводного доступа при активации индивидуальной учетной записи.

Пользование информационными ресурсами расширяет возможности освоения теоретического курса, выполнения самостоятельной работы и позволяет получить информацию для реализации творческих образовательных технологий: выполнения реферата на заданную или самостоятельно выбранную тему в рамках тематики дисциплины.

Для выполнения практической работы обучающемуся рекомендуется предварительно ознакомиться с теоретическими сведениями, изложенными в учебно-методических пособиях и дополнительных источниках, при выполнении работы следовать рекомендованному порядку выполнения работы и указаниям преподавателя, соблюдать технику безопасности, содержать рабочее место в чистоте и бережно относиться к оборудованию.

Для выполнения самостоятельной работы обучающемуся рекомендуется изучить теоретические сведения по темам заданий, следовать рекомендациям, изложенным в учебно-методических пособиях, предоставлять преподавателю промежуточные и окончательные результаты в процессе контактной работы на занятиях.

Отчеты по практическим работам оформляются в соответствии со стандартом ГОСТ 7.32-2017. Межгосударственный стандарт. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

Ведение конспекта лекций проверяется преподавателем в часы проведения лекций.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Основная литература

№ п/п	Наименование, кол-во экземпляров в библиотеке	Автор(ы)	Место издания, издательство, год	Используется при изучении разделов (из п. 4.3)
1	Электрические машины: учебник Электронный ресурс: https://urait.ru/bcode/568962	И. П. Копылов	Москва, Юрайт, 2025	1-7
2	Совершенствование технологии диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей электровозов: научная монография. Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Совершенствоваание-629.423.C56.pdf	В. В. Харламов, П. К. Шкодун, А. В. Долгова, Д. А. Ахунов	Омск, Омский гос. ун-т путей сообщения, 2015	1-7
3	Научные основы построения электротехнических комплексов для испытания электрических машин методом взаимной нагрузки: научная монография Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Попов-621.313П58.pdf	Д. И. Попов	Омск, Омский гос. ун-т путей сообщения, 2025	1-7

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Наименование, кол-во экземпляров в библиотеке	Автор(ы)	Место издания, издательство, год	Используется при изучении разделов (из п. 4.3)
1	2	3	4	5
1	Математическое моделирование процесса коммутации в коллекторных электрических машинах: практикум. Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Харламов-25.74.pdf	В. В. Харламов, Д. И. Попов	Омск, Омский гос. ун-т путей сообщения, 2019	1-7
2	Математическое моделирование процесса испытаний асинхронных машин методом взаимной нагрузки: практикум. Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Харламов-25.77.pdf	В. В. Харламов, Д. И. Попов	Омск, Омский гос. ун-т путей сообщения, 2019	1-7
3	Современные методы исследования и диагностирования электротехнических комплексов: практикум. Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Харламов-25.87.pdf	В. В. Харламов, Д. И. Попов	Омск, Омский гос. ун-т путей сообщения, 2024	1-7
4	Повышение эффективности систем тягового электроснабжения переменного и постоянного тока и сокращение потерь электрической энергии в них: научная монография 71 экз. Электронный ресурс: http://bibl.omgups.ru/METMAT/Повышение-621.331.П42.pdf	Под ред. В.Т. Черемисина	Омск, Омский гос. ун-т путей сообщения, 2014	1-7
5	Электропривод типовых производственных механизмов: учебное пособие Электронный ресурс: https://urait.ru/bcode/564726	Ю. Н. Дементьев, В. М. Завьялов, Н. В. Кояин, Л. С. Удут	Москва, Юрайт, 2025	1-7
6	Методы и средства диагностирования технического состояния коллекторно-щеточного узла тяговых электродвигателей и других коллекторных машин постоянного тока: научная монография. 53 экз.	В. В. Харламов	Омск, Омский гос. ун-т путей сообщения, 2002	1-7
7	Оптимизация коммутационного процесса в коллекторных электрических машинах постоянного тока: монография. 10 экз.	В. Д. Авилов	Омск, «Омский научный вестник», 2013	1-7

9. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Для освоения дисциплины рекомендуются следующие сайты информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

официальный сайт университета: www.omgups.ru;

сайт, содержащий полные тексты нормативных документов: www.opengost.ru;

официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии: www.gost.ru;

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ БАЗ ДАННЫХ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

10.1. Перечень информационных технологий

К информационным технологиям, используемым при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, относятся:

- персональные компьютеры, посредством которых осуществляется доступ к информационным ресурсам и оформляются результаты самостоятельной работы;
- проекторы для демонстрации слайдов мультимедийных лекций;
- активное использование средств коммуникаций (электронная почта, тематические сообщества в социальных сетях и т. п.)

10.2. Перечень лицензионного программного обеспечения

Для пользования электронными ресурсами и оформления текстовых документов рекомендуется использовать лицензионное программное обеспечение Microsoft Windows, Microsoft Office, Антивирус Касперского и свободно распространяемое программное обеспечение Adobe Reader, OpenOffice.org, в том числе отечественного производства Yandex браузер.

10.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем.

Для пользования электронными изданиями рекомендуется использовать следующие информационные справочные системы и профессиональные базы данных:

1. Научная библиотека Омского государственного университета путей сообщения
Каталог ОмГУПС: <http://bibl.omgups.ru/>

Базы данных содержат сведения обо всех изданиях, поступающих в фонд библиотеки (монографии, учебники, учебно-методические пособия, периодические издания, рабочие программы дисциплин, выпускные квалификационные работы и т.д.).

Доступ с любого компьютера, подключенного к Internet. Авторизация.

2. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Крупнейшая в России электронная библиотека научных публикаций. Библиотека интегрирована с Российским индексом научного цитирования (РИНЦ). Более 6000 полнотекстовых журналов находятся в открытом доступе.

Доступ с любого компьютера университета, подключенного к Internet. Свободная регистрация.

3. ЭБС «Лань»: <http://e.lanbook.com>

Электронно-библиотечная система, включающая электронные версии книг издательств «Лань», «Машиностроение», «ДМК Пресс», «МИСИС» и др., а также журнальные коллекции.

После регистрации с компьютера университета - доступ с любого компьютера, подключенного к Internet.

4. ЭБС «Юрайт»: <https://urait.ru/>

Электронно-библиотечная система издательства «Юрайт». Учебники и учебные пособия от ведущих научных школ. Тематика: «Бизнес. Экономика», «Гуманитарные и общественные науки», «Естественные науки», «Информатика», «Прикладные науки. Техника», «Языкознание. Иностранные языки».

После регистрации с компьютера университета - доступ с любого компьютера, подключенного к Internet.

5. Электронная библиотека Учебно-методического центра по образованию на железнодорожном транспорте: <http://www.umczdt.ru/books/>

Уникальная коллекция полнотекстовых учебных изданий и монографий по специальным дисциплинам железнодорожного транспорта, изданных ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте» с 1997 года.

После регистрации с компьютера университета - доступ с любого компьютера, подключенного к Internet.

6. Национальная электронная библиотека (НЭБ) <https://rusneb.ru/>

Крупнейшее собрание книг, диссертаций и др.

Просмотр изданий, охраняемых авторским правом, – только с компьютеров библиотеки. В свободном доступе находятся произведения, перешедшие в общественное достояние.

7. КиберЛенинка. Научная электронная библиотека (открытая наука): <https://cyberleninka.ru/>

Крупнейший научно-образовательный ресурс. Бесплатный доступ к научным публикациям, размещенным по открытой лицензии Creative Commons Attribution (CC BY). Входит в пятерку открытых архивов мира (по данным Webometrics).

Доступ с любого устройства, подключенного к Internet.

8. SCIENCE DIRECT: <https://www.sciencedirect.com>

Ведущая информационная платформа издательства Elsevier. Доступ к более 14 млн публикаций из 2500 научных журналов и более 37000 книг Elsevier, а также журналам, опубликованным престижными мировыми научными сообществами.

Доступ только с компьютеров университета.

9. Поисковая система Федерального института промышленной собственности: <https://fips.ru/iiss/>

В Поисковой системе возможен поиск по изобретениям на русском и английском языках, полезным моделям, товарным знакам, общеизвестным товарным знакам, наименованиям мест происхождения товаров, промышленным образцам, программам для ЭВМ, базам данных, топологиям интегральных микросхем и классификаторам.

Доступ с любого устройства, подключенного к Internet.

10. SPRINGER: <https://link.springer.com/>

Полнотекстовая коллекция электронных книг и журналов издательства Springer Nature по различным отраслям знания.

Доступ только с компьютеров университета.

11. QUESTEL: <http://www.orbit.com>

Questel ORBIT – одна из ведущих платформ поиска патентной информации по международным патентным ведомствам (в том числе крупнейшим – USPTO, WIPO, EPO). Полные тексты документов приводятся на языке оригинала.

Доступ только с компьютеров университета.

12. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». <http://window.edu.ru>

Информационная система предоставляет свободный доступ к каталогу образовательных Интернет-ресурсов и полнотекстовой электронной учебно-методической библиотеке для общего и профессионального образования.

Доступ с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

13. Поисковые Интернет-системы Яндекс, Rambler, Google и др.

11. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Для проведения лекций необходима аудитория с доской (меловой либо белой маркерной – «whiteboard»), достаточным количеством посадочных мест и достаточной освещенностью. Для использования медиаресурсов требуется проектор, экран, компьютер, по возможности – частичное затемнение дневного света.

Для проведения практических работ необходима аудитория с достаточным количеством посадочных мест и достаточной освещенностью, оснащенная системами хранения, доской (меловой либо белой маркерной – «whiteboard»). Для использования медиаресурсов необходим проектор, экран, компьютер, по возможности – частичное затемнение дневного света.

Для самостоятельной работы обучающихся используются помещения библиотеки ОмГУПС: информационный центр – ауд.1-250; научно-библиографический отдел – ауд.1-256; центр гуманитарных знаний и медиаресурсов – ауд.1-260; центр библиотечного обслуживания – ауд.1-503-505; читальные залы научно-технической и экономической литературы - ауд.1-501, 1-506.

Авторы программы:

Харламов Виктор Васильевич
зав. кафедрой, д. т. н., профессор

25.03.2022

(дата)

Попов Денис Игоревич,
доцент, к. т. н., доцент

25.03.2022

(дата)

12. ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ, ВНЕСЕННЫЕ В РАБОЧУЮ ПРОГРАММУ ДИСЦИПЛИНЫ

В 2023 г.

Состав (перечень) профессиональных баз данных и информационных справочных систем в п. 10.3 обновлены.

Автор изменений и дополнений:

Попов Денис Игоревич, доцент, к. т. н., доцент

Ф.И.О., должность, ученая степень, ученое звание (при наличии)

20.02.2023

(дата)

В 2024 г.

Актуализирован раздел 8 «Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».

Состав (перечень) профессиональных баз данных и информационных справочных систем в п. 10.3 актуальны и не требуют внесения изменений.

Автор изменений и дополнений:

Попов Денис Игоревич, профессор, д. т. н., доцент

Ф.И.О., должность, ученая степень, ученое звание (при наличии)

14.02.2024

(дата)

В 2025 г.

Актуализирован раздел 8 «Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».

Состав (перечень) профессиональных баз данных и информационных справочных систем в п.10.3 обновлены.

Автор изменений и дополнений:

Попов Денис Игоревич, профессор, д. т. н., доцент

Ф.И.О., должность, ученая степень, ученое звание (при наличии)

12.02.2025

(дата)

В 2026 г.

Актуализирован разд. 8 «Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины».

Состав (перечень) лицензионного программного обеспечения в п. 10.2; профессиональных баз данных и информационных справочных систем в п.10.3 обновлены.

Автор изменений и дополнений:

Попов Денис Игоревич, профессор, д. т. н., доцент

Ф.И.О., должность, ученая степень, ученое звание (при наличии)

20.02.2026

(дата)