

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Интеллектуальные технологии в электроэнергетике

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

направленность (профиль)
Энергосбережение и энергоэффективность

Форма обучения: заочная

Год набора: 2020

Общая трудоемкость: 6 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	3	Итого
Форма контроля	Экзамен	
Вид занятий		
Лекции	6	6
Практические	6	6
Промежуточная аттестация	0,35	0,35
Контактная работа	12,35	12,35
Самостоятельная работа	195	195
Контроль	8,65	8,65
Итого	216	216

Рабочую программу составил(и):

доцент, к.т.н., Кретов Д.А.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки

13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании кафедры

«Электроснабжение и электротехника»

(протокол заседания № 3 от «26» сентября 2019 г.).

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – познакомить студентов с интеллектуальными технологиями, применяемыми в электроэнергетике и направленными на повышение энергосбережения и энергоэффективности в электроэнергетических системах

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Управление качеством электроэнергии систем электроснабжения», «Современные технологии проектирования в электроэнергетике и электротехнике», «Энергоменеджмент и энергомониторинг на предприятиях», «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 1», «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 2».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 3», «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 4», «Преддипломная практика».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
ПК-2 Способен управлять деятельностью по эксплуатации объектов электроэнергетики	ПК-2.1. Проводит анализ статистики, формирует заключение об эксплуатационном состоянии электрооборудования, причинах отклонений от НТД, выдает рекомендации по созданию наиболее надежной схемы электрических соединений объектов электроэнергетики	Знать: методы анализа энергопотребления промышленных потребителей
		Уметь: оценивать перспективы внедрения и оценки технического эффекта от внедрения интеллектуальных технологий в электроэнергетические системы
		Владеть: современными инструментами моделирования режимов работы электроэнергетических систем
	ПК-2.3. Анализирует эксплуатационное состояние объектов электроэнергетики с учетом требований к качеству электрической энергии и электромагнитной совместимости	Знать: методы контроля показателей качества электрической энергии с учетом влияния объектов распределенной генерации
		Уметь: анализировать режимы работы интеллектуальных электроэнергетических систем с точки зрения показателей качества электрической энергии

Формируемые и контролируемые компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Планируемые результаты обучения
		Владеть: современными технологиями анализа данных.

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Интеллектуальные технологии в электроэнергетике	Лек 1	Введение в технологию интеллектуальных сетей. Традиционные системы передачи электрической энергии и интеллектуальные сети. Системы распределения электрической энергии, электрические подстанции и их интеграция с распределёнными системами генерации электрической энергии. Стандарты IEEE в области интеллектуальных электроэнергетических систем.	3	2	-	-	-
	Лек 2	Распределенные системы управления для интеллектуальных сетей. Регулирование показателей качества электрической энергии в SmartGrid. Использование технологии FACTS. Виртуальные электростанции и виртуальная инерция. Технологии накопления энергии для MicroGrid.	3	2	-	-	-
	Лек 3	Киберугрозы в интеллектуальных электроэнергетических системах. Планирование и Моделирование режимов работы MicroGrid	3	2	-	-	-
	Пр 1	Практическое задание 1. Моделирование режима работы системы электроснабжения промышленного	3	2	-	-	Практическое задание 1,6

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		предприятия с собственным источником питания. Практическое задание 6. Моделирование устройств релейной защиты в сетях с распределенной генерацией в программном комплексе PSCAD.					
	Пр 2	Практическое задание 2. Определение оптимального распределения электрической мощности между электростанциями без условия наличия потерь мощности в сети при передаче. Практическое задание 3. Определение оптимального распределения электрической мощности между электростанциями при условии наличия потерь мощности в сети при передаче. Практическое задание 4. Исследование методов управления выдачей мощности ветроустановок в программном комплексе PSCAD	3	2	-	-	Практическое задание 2,3,4
	Пр 3	Практическое задание 4. Исследование методов управления выдачей мощности ветроустановок в программном комплексе PSCAD Практическое задание 5. Исследование работы участка электроэнергетической системы с фотоэлектрическими	3	2	-	-	Практическое задание 4,5,7

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
		электростанциями в программном комплексе PSCAD. Практическое задание 7. Применение высокоуровневого языка Python для анализа результатов моделирования.					
	Сам	Подготовка к лекционным занятиям. Повторение теоретического материала. Подготовка к практическим занятиям. Самостоятельное выполнение практических заданий. Самостоятельное изучение теоретического материала по тематике практических и лекционных занятий.	3	195	-	-	Практические задания 1-7
	ПА	Оценка уровня освоения дисциплины	3	0,35	-	-	-
	Контр	Проведение экзамена	3	8,65	-	-	Вопросы к экзамену
Итого:				216	-		

5. Образовательные технологии

Для оценки знаний, умений и уровня освоения компетенций, приобретаемых выпускником в процессе изучения дисциплины «Интеллектуальные технологии в электроэнергетике», используются следующие технологии дистанционного обучения:

1. Вебинар на онлайн площадке – последовательное изложение преподавателем материала дисциплины, осуществляемое с сопровождением видео-презентацией использованием современных мультимедийных средств.

2. Практическое занятие в дистанционной форме работы студента с преподавателем. Необходимо для закрепления теоретического материала, изучение дополнительного теоретического материала с выполнением практических заданий.

3. Самостоятельная работа –самостоятельное выполнение практических заданий, оформление результатов решения практических заданий и самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы, а также подготовка к экзамену.

6. Методические указания по освоению дисциплины

6.1 Общие методические указания по освоению дисциплины.

Обучающимся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины, целью дисциплины, компетенциями, формируемыми дисциплиной, индикаторами компетенций, а также методическими разработками по дисциплине и условиями контроля.

6.2 Методические указания по подготовке к вебинарам на онлайн площадке.

Для подготовки к лекционным занятиям обучающийся должен ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины и тематикой лекционных занятий. Самостоятельно изучить основную и дополнительную литературу по теме лекционного занятия. Перед лекционным занятием обучающийся должен повторить по конспекту лекций предыдущий материал, что позволит глубже освоить содержание дисциплины.

6.3 Методические указания по подготовке к практическим занятиям в дистанционной форме.

Практические занятия в дистанционной форме в рамках дисциплины «Интеллектуальные технологии в электроэнергетике» необходимы для закрепления теоретического материала, изучения дополнительного теоретического материала и получения практических навыков по дисциплине. Кроме того, практические занятия направлены на мотивацию обучающихся к самостоятельному изучению дополнительной литературы и материалов.

6.4. Методические указания к самостоятельной работе.

Самостоятельная работа в дисциплине «Интеллектуальные технологии в электроэнергетике» необходима для самостоятельного изучения основной и дополнительной литературы, для самостоятельного решения практических задач, оформления результатов решений, а также для подготовки к промежуточной аттестации проводимой в форме экзамена.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-2.1.	Практические задания 1-3,7 Вопросы к экзамену №1-60
3	ПК-2.3.	Практические задания 4-7 Вопросы к экзамену № 1-60

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1. Практическое задание 1 (Моделирование режима работы системы электроснабжения промышленного предприятия с собственным источником питания)

На территории Самарской области располагается фабрика по производству продукции широкого потребления. Фабрика работает в одну смену, выходные и праздничные дни - не рабочие. Электроснабжение фабрики осуществляется от главной понизительной подстанции (ГПП) напряжением 110/10 кВ, схема подстанции приведена на рисунке. К распределительному устройству 10 кВ ГПП подключена осветительная, технологическая и бытовая нагрузки. Изначально мощность системы освещения фабрики составляет 10% от полной мощности фабрики в каждый характерный период. Данные суточных графиков электрической нагрузки приведены в таблице 1.

Теплоснабжение фабрики осуществляется от собственной газовой котельной. Нагрузкой котельной является система отопления и горячего водоснабжения фабрики. Графики годовой тепловой нагрузки приведены в таблице 2. Газоснабжение котельной осуществляется от газораспределительного пункта, находящегося на ее территории фабрики.

Котельная находится в неудовлетворительном техническом состоянии, в связи с чем, принято решение о ее демонтаже. При разработке нового проекта энергоснабжения фабрики необходимо оценить возможные варианты, включающие в себя возможность параллельной выработки электрической и тепловой энергии (когенерационные установки).

1. Построить графики тепло и электропотребления. Выполнить анализ электро- и теплопотребления фабрики. Данные представлены в таблицах 1 и 2.

2. Подобрать два варианта состава генерирующего оборудования, наиболее подходящих для обеспечения энергоснабжения фабрики. Обосновать выбранные варианты с учетом эффективности энергоснабжения.

3. Определить и обосновать критерии сравнения вариантов состава генерирующего оборудования. Провести сравнение вариантов состава генерирующего оборудования по предложенным Вами критериям и исходя из энергетической эффективности каждого из вариантов.

4. Дополнить нормальную схему главной понизительной подстанции (ГПП), представленную на рисунке, присоединением выбранного состава генерирующего оборудования.

5. Выявить характерные электрические режимы работы фабрики и выполнить их анализ, проведя компьютерное моделирование в программном комплексе PSCAD.

6. Определить и обосновать перечень дополнительных расчетов и проектных работ, которые необходимо провести для включения выбранного варианта состава генерирующего оборудования на параллельную работу с внешней системой электроснабжения фабрики.

7. Оформить отчет о проделанной работе с приложением разработанных материалов.

	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Суммарная тепловая нагрузка, Гкал	1609,658	1297,60	1187,84	411,45	185,51	158,16	137,3	150,13	162,55	338,33	1200,324	1580,54

Краткое описание и регламент выполнения

Практическое задание 1 выполняется в течение практических занятий 1-5. Занятия 1-4 построены таким образом, чтобы студент на занятии выполнил определенный раздел практического задания 1. В начале практического занятия студентам представляются краткие теоретические сведения и методики выполнения практической части задания 1. Оценка заданий 1-4 осуществляется путем контроля выполнения текущего раздела практического задания 1. На пятом практическом занятии студенты выполняют презентацию и защиту своих решений и происходит итоговая оценка представленного решения.

Критерии оценки:

Практические занятия 1-4:

2 балла – студент выполнил требуемый раздел практической части полностью.

1 балл – студент не выполнил полностью раздел практической части задания 1, однако продемонстрировал понимание методики выполнения задания.

0 баллов – студент не выполнил требуемый раздел практического задания 1, либо отсутствовал на занятии.

Практическое занятие 5:

18 баллов – студент представил полное решение практического задания 1. Подготовил презентацию решения практического задания 1 и оформил отчет по результатам выполнения задания. В отчете продемонстрировано глубокое понимание теоретического материала, подробно расписаны все шаги выполненного решения и анализ полученных результатов. Результаты сопровождаются пояснениями в виде схем, графиков и таблиц.

10 баллов - Студент представил полное решение практического задания 1. Подготовил презентацию решения практического задания 1 и оформил отчет по результатам выполнения задания. В отчете частично отсутствует пояснение хода решения и глубокого анализа полученных результатов.

5 баллов – Студент выполнил все пункты практического задания 1, но не представил презентацию решения, либо презентация не отражает всей сути решения практического задания 1. В отчете не представлены графики и схемы, описывающие ход решения.

0 баллов – студент не выполнил практическое задание 1.

7.2.2. Практическое задание 2 (Определение оптимального распределения электрической мощности между электростанциями без условия наличия потерь мощности в сети при передаче)

Определить оптимальную загрузку двух тепловых электрических станций: ТЭС-1 (P_1) и ТЭС-2 (P_2), работающих параллельно на одинаковом топливе. Расходные характеристики станции имеют следующий вид: $B_1(P_1) = 200 + 3 \cdot P_1 + 0,1 \cdot P_1^2 + 0,00133 \cdot P_1^3$ (для ТЭС-1) и $B_2(P_2) = 200 + 4 \cdot P_2 + 0,075 \cdot P_2^2 + 0,001 \cdot P_2^3$ (для ТЭС-2). Нагрузка, на которую работают электрические станции постоянна, т.е. не зависит от изменений мощности станций и задана в виде $P_n + jQ_n$. Питание нагрузки осуществляется по воздушным линиям электропередачи:

ЛЭП-1 и ЛЭП-2, от ТЭС-1 и ТЭС-2 соответственно. Потери мощности в ЛЭП не учитывать. Схема сети представлена на рисунке.

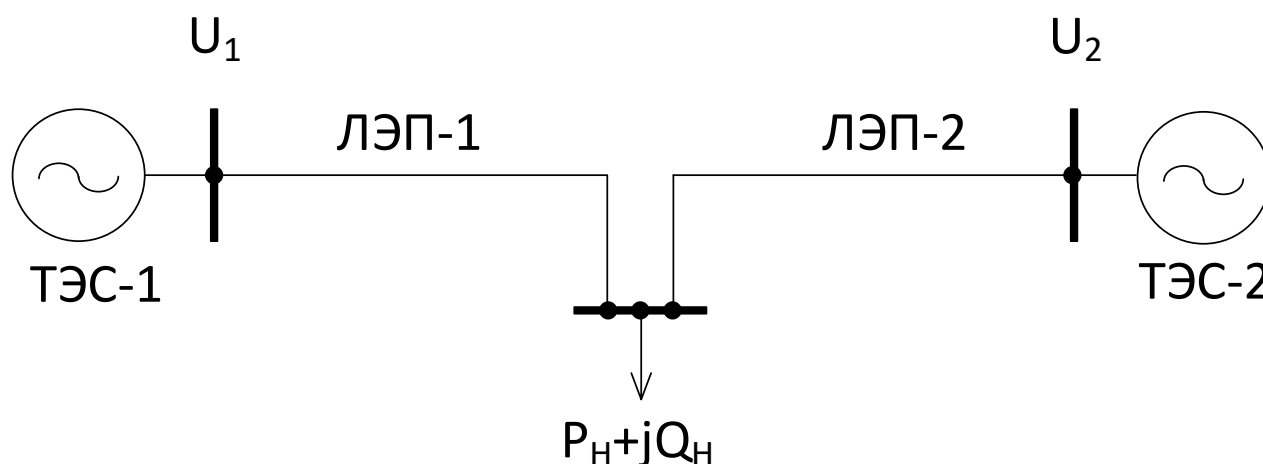


Рисунок – Схема расчетной сети

Краткое описание и регламент выполнения

Практическое задание 2 выполняется в течение практических занятий 6-8. Занятия 6,7 построены таким образом, чтобы студент на занятии выполнил определенный раздел практического задания 2. В начале практического занятия студентам представляются краткие теоретические сведения и методики выполнения практической части задания 2. Оценка занятий 6,7 осуществляется путем контроля выполнения текущего раздела практического задания 2. На восьмом практическом занятии студенты выполняют презентацию своих решений и происходит итоговая оценка представленного решения.

Критерии оценки:

Практические занятия 6-7:

2 балла – студент выполнил требуемый раздел практической части полностью.

1 балл – студент не выполнил полностью раздел практической части задания 2, однако продемонстрировал понимание методики выполнения задания.

0 баллов – студент не выполнил требуемый раздел практического задания 2, либо отсутствовал на занятии.

Практическое занятие 8:

12 баллов – студент представил полное решение практического задания 2. Подготовил презентацию решения практического задания 2 и оформил отчет по результатам выполнения задания. В отчете продемонстрировано глубокое понимание теоретического материала, подробно описаны все шаги выполненного решения и анализ полученных результатов. Результаты сопровождаются пояснениями в виде схем, графиков и таблиц.

8 баллов – студент представил полное решение практического задания 2. Подготовил презентацию решения практического задания 2 и оформил отчет по результатам выполнения задания. В отчете частично отсутствует пояснение хода решения и глубокий анализ полученных результатов.

4 балла – студент выполнил все пункты практического задания 2, но не представил презентацию решения, либо презентация не отражает всей сути решения практического задания 1. В отчете не представлены графики и схемы, описывающие ход решения.

0 баллов – студент не выполнил практическое задание 2.

7.2.3. Практическое задание 3 (Определение оптимального распределения электрической мощности между электростанциями при условии наличия потерь мощности в сети при передаче)

Определить оптимальную загрузку двух тепловых электрических станций: ТЭС-1 ($P_1 + jQ_1$) и ТЭС-2 ($P_2 + jQ_2$), работающих параллельно на одинаковом топливе. Расходные характеристики станции имеют следующий вид: $B_1(P_1) = 200 + 3 \cdot P_1 + 0,1 \cdot P_1^2 + 0,00133 \cdot P_1^3$ (для ТЭС-1) и $B_2(P_2) = 200 + 4 \cdot P_2 + 0,075 \cdot P_2^2 + 0,001 \cdot P_2^3$ (для ТЭС-2). Нагрузка, на которую работают электрические станции постоянна, т.е. не зависит от изменений мощности станций и задана в виде $P_H + jQ_H$. Питание нагрузки осуществляется по воздушным линиям электропередачи: ЛЭП-1 и ЛЭП-2, от ТЭС-1 и ТЭС-2 соответственно, сопротивление ЛЭП-1 - R_1 , сопротивление ЛЭП-2 - R_2 . Схема сети представлена на рисунке 1.

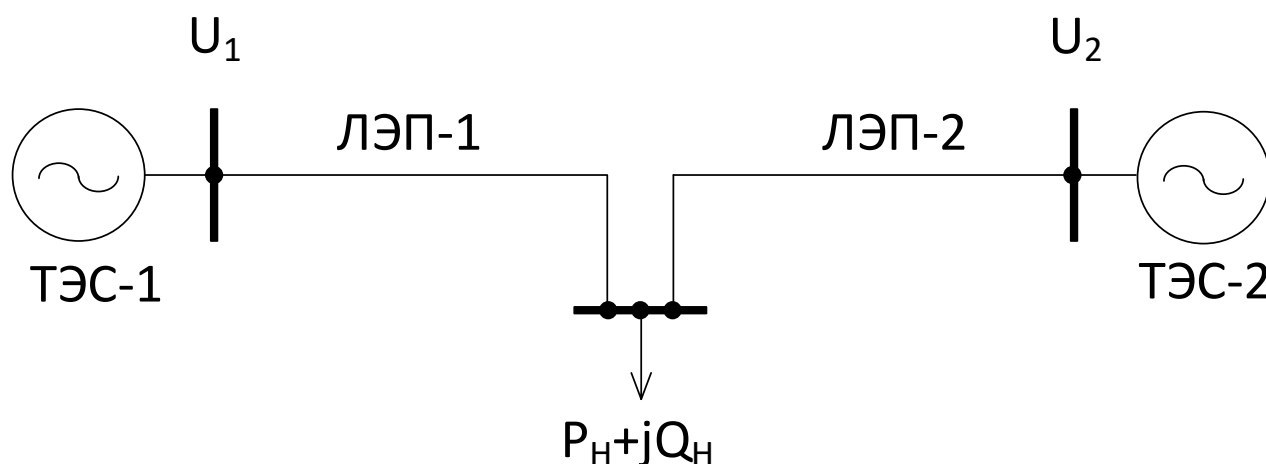


Рисунок 1 – Схема расчетной сети

Краткое описание и регламент выполнения

Практическое задание 3 выполняется вовремя практических занятий 9-11. Выполнение практического задания 3 возможно только после выполнения практического задания 2, так как результаты, полученные в практическом задании 2 должны быть использованы при анализе полученных результатов при выполнении практического задания 3. Занятия 9,10 построены таким образом, чтобы студент на занятии выполнил определенный раздел практического задания 3. В начале практического занятия студентам представляются краткие теоретические сведения и методики выполнения практической части задания 3. Оценка занятий 9,10 осуществляется путем контроля выполнения текущего раздела практического задания 3. На одиннадцатом практическом занятии студенты выполняют презентацию своих решений и происходит итоговая оценка представленного решения.

Критерии оценки:

Практические занятия 9-10:

2 балла – студент выполнил требуемый раздел практической части полностью.

1 балл – студент не выполнил полностью раздел практической части задания 3, однако продемонстрировал понимание методики выполнения задания.

0 баллов – студент не выполнил требуемый раздел практического задания 3, либо отсутствовал на занятии.

Практическое занятие 8:

12 баллов – студент представил полное решение практического задания 3. Подготовил презентацию решения практического задания 3 и оформил отчет по результатам выполнения задания. В отчете продемонстрировано глубокое понимание теоретического материала, подробно расписаны все шаги выполненного решения и анализ полученных результатов. Результаты сопровождаются пояснениями в виде схем, графиков и таблиц.

8 баллов - студент представил полное решение практического задания 3. Подготовил презентацию решения практического задания 3 и оформил отчет по результатам выполнения

задания. В отчете частично отсутствует пояснение хода решения и глубоко анализа полученных результатов.

4 балла – студент выполнил все пункты практического задания 3, но не представил презентацию решения, либо презентация не отражает всей сути решения практического задания 1. В отчете не представлены графики и схемы, описывающие ход решения.

0 баллов – студент не выполнил практическое задание 3.

7.2.4. Практическое задание 4 (Исследование методов управления выдачей мощности ветроустановок в программном комплексе PSCAD)

Используя стандартные блоки библиотеки программного комплекса PSCAD выполнить моделирование участка электроэнергетической системы с ветроустановками. Выполнить серию расчетов для определения влияния параметров ветровой нагрузки, параметров ветрогенераторов, ветротурбин и электрических нагрузок потребителей на режимные параметры электроэнергетической системы. Оформить и проанализировать полученные результаты моделирования.

Краткое описание и регламент выполнения

Практическое задание 4 выполняется студентами непосредственно вовремя практических занятий 12-13. Занятия 12,13 построены таким образом, чтобы студент на занятии выполнил поставленное задание. В начале практического занятия студентам представляются краткие теоретические сведения и методики выполнения практической части задания 4. Оценка занятий 9,10 осуществляется путем контроля выполнения текущего раздела практического задания 4.

Критерии оценки:

6 баллов – студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. Выполнил компиляцию модели без ошибок. Выполнил серию экспериментов с моделью и получил данные о влиянии параметров ветровой нагрузки, параметров ветрогенераторов, ветротурбин и электрических нагрузок потребителей на режимные параметры электроэнергетической системы.

5 баллов – студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил серию экспериментов с моделью и получил данные о влиянии параметров ветровой нагрузки, параметров ветрогенераторов, ветротурбин и электрических нагрузок потребителей на режимные параметры электроэнергетической системы.

4 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил не все серии экспериментов с моделью и получил не все данные о влиянии параметров ветровой нагрузки, параметров ветрогенераторов, ветротурбин и электрических нагрузок потребителей на режимные параметры электроэнергетической системы.

3 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил исправления ошибок модели. Частично провел требуемые серии экспериментов и продемонстрировал понимание допущенных ошибок.

2 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил исправления ошибок модели. Не успел провести требуемые серии экспериментов.

1 балл - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. За время практического занятия не смог исправить допущенные ошибки при сборке модели.

0 баллов – студент не выполнил задание, либо отсутствовал на занятии.

7.2.5. Практическое задание 5 (Исследование работы участка электроэнергетической системы с фотоэлектрическими электростанциями в программном комплексе PSCAD)

Используя стандартные блоки библиотеки элементов программного комплекса PSCAD выполнить исследование работы участка электроэнергетической системы с фотоэлектрическими электростанциями при использовании различных элементов управления выдаваемой мощностью.

Краткое описание и регламент выполнения

Практическое задание 5 выполняется студентами непосредственно вовремя практического занятия 14. Занятие построено таким образом, чтобы студент на занятии выполнил поставленное задание. В начале практического занятия студентам представляются краткие теоретические сведения и методики выполнения практической части задания 5. Оценка осуществляется путем контроля выполнения текущего раздела практического задания 5.

Критерии оценки:

6 баллов – студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. Выполнил компиляцию модели без ошибок. Выполнил серию экспериментов с моделью и получил данные о режимах работы фотоэлектрических электростанций с различными алгоритмами управления выдаваемой мощностью.

5 баллов – студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил серию экспериментов с моделью и получил данные о режимах работы фотоэлектрических электростанций с различными алгоритмами управления выдаваемой мощностью.

4 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил не все серии экспериментов с моделью и получил не все данные о режимах работы фотоэлектрических электростанций с различными алгоритмами управления выдаваемой мощностью.

3 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил исправления ошибок модели. Частично провел требуемые серии экспериментов и продемонстрировал понимание допущенных ошибок.

2 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил исправления ошибок модели. Не успел провести требуемые серии экспериментов.

1 балл - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. За время практического занятия не смог исправить допущенные ошибки при сборке модели.

0 баллов – студент не выполнил задание, либо отсутствовал на занятии.

7.2.6. Практическое задание 6 (Моделирование устройств релейной защиты в сетях с распределенной генерацией в программном комплексе PSCAD)

Используя стандартные блоки библиотеки элементов программного комплекса PSCAD выполнить моделирование работы устройств релейной защиты в сетях с распределенной генерацией в программном комплексе PSCAD используя модели участков сетей, созданные при выполнении практических заданий 4 и 5.

Краткое описание и регламент выполнения

Практическое задание 6 выполняется студентами непосредственно вовремя практических занятий 15, 16. На занятии 15 студенты, используя стандартные блоки устройств релейной защиты из библиотеки элементов программного комплекса PSCAD выполняют

исследование алгоритмов действия релейной защиты для участка электроэнергетической системы с ветроустановками используя свою модель с практического занятия 4. На занятии 16 студенты, используя стандартные блоки устройств релейной защиты из библиотеки элементов программного комплекса PSCAD выполняют исследование алгоритмов действия релейной защиты для участка электроэнергетической системы с фотоэлектрическими установками используя свою модель с практического занятия 5. Занятия 15 и 16 построены таким образом, чтобы студент на занятии выполнил поставленное задание. В начале практического занятия студентам представляются краткие теоретические сведения и методики выполнения практической части задания 6. Оценка осуществляется путем контроля выполнения текущего раздела практического задания 6.

Критерии оценки:

6 баллов – студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. Выполнил компиляцию модели без ошибок. Выполнил серию экспериментов с моделью и получил данные о срабатывании устройств релейной защиты.

5 баллов – студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил серию экспериментов с моделью и получил данные о срабатывании устройств релейной защиты.

4 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил не все серии экспериментов с моделью и получил не все данные о срабатывании устройств релейной защиты.

3 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил исправления ошибок модели. Частично провел требуемые серии экспериментов и продемонстрировал понимание допущенных ошибок.

2 балла - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. Выполнил исправления ошибок модели. Не успел провести требуемые серии экспериментов.

1 балл - студент собрал модель в программном комплексе PSCAD определил параметры элементов модели. При компиляции модели возникли ошибки. За время практического занятия не смог исправить допущенные ошибки при сборке модели.

0 баллов – студент не выполнил задание, либо отсутствовал на занятии.

7.2.7. Практическое задание 7 (Применение высокоуровневого языка Python для анализа результатов моделирования)

Выполнить анализ полученных при выполнении практического задания 6 результатов моделирования действия устройств релейной защиты используя высокоуровневый язык программирования общего назначения Python.

Краткое описание и регламент выполнения

Практическое задание 7 выполняется на последнем практическом занятии 17. Для выполнения практического задания 7, студент должен выполнить практическое задание 6 и иметь набор данных с результатами моделирования действия устройств релейной защиты. Занятие построено таким образом, чтобы студент на занятии выполнил поставленное задание. В начале практического занятия студентам представляются краткие теоретические сведения и методики выполнения практической части задания 7. Оценка осуществляется путем контроля выполнения текущего раздела практического задания 7.

Критерии оценки:

10 баллов – студент составил программу для анализа полученных результатов. С помощью программы провел анализ результатов срабатывания устройств релейной защиты и автоматики.

7 баллов – студент составил программу для анализа полученных результатов. При компиляции отдельных блоков программы возникли ошибки. После исправления ошибок провел анализ результатов срабатывания устройств релейной защиты и автоматики.

4 балла - студент составил программу для анализа полученных результатов. При компиляции отдельных блоков программы возникли ошибки. После исправления ошибок провел анализ не всех результатов срабатывания устройств релейной защиты и автоматики.

2 балла - студент составил программу для анализа полученных результатов. При компиляции отдельных блоков программы возникли ошибки. После исправления ошибок провел за время занятия не успел провести анализ результатов срабатывания устройств релейной защиты с помощью составленной программы.

0 баллов – студент не выполнил задание, либо отсутствовал на занятии.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Понятие интеллектуальных электроэнергетических систем.
2.	Отличие традиционных электроэнергетических систем от интеллектуальных.
3.	Условия и перспективы внедрения интеллектуальных технологий в управление режимами электроэнергетических систем.
4.	Угрозы внедрения интеллектуальных технологий в электроэнергетические системы.
5.	Этапы развития интеллектуальных технологий в электроэнергетике.
6.	Структура типовой цифровой электрической подстанции.
7.	Структура управления режимами работы SmartGrid.
8.	Понятие, структура и отличительные характеристики MicroGrid.
9.	Методы управления оптимальной выдачей мощности в интеллектуальных электроэнергетических системах.
10.	Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности для ветроустановок.
11.	Алгоритмы отслеживания точки максимальной мощности для фотоэлектрических установок.
12.	Особенности технологии построения распределительных сетей в присутствии объектов распределенной генерации.
13.	Алгоритмы оптимального распределения электрической мощности между электрическими станциями.
14.	Основные виды релейной защиты систем распределения электрической энергии в присутствии объектов распределенной генерации.
15.	Влияние объектов распределенной генерации на установившиеся режимы работы электроэнергетических систем.
16.	Влияние объектов распределенной генерации на аварийные режимы работы электроэнергетических систем.
17.	Методы поддержания и регулирования частоты в MicroGrid.
18.	Понятие Виртуальная электростанция. Основные особенности, перспективы использования и технологии.
19.	Понятие виртуальной инерции и ее связь с виртуальными электростанциями.
20.	Особенности, характеристики и назначение протокола передачи данных GOOSE.
21.	Особенности использования, назначение и характеристики SV потоков в цифровых подстанциях.
22.	Характеристика объектов распределенной генерации.
23.	Алгоритмы управления ветроустановками.
24.	Алгоритмы управления фотоэлектрическими установками.
25.	Алгоритмы управления газотурбинными и газопоршневыми установками.
26.	Цифровые протоколы передачи данных в интеллектуальных электроэнергетических системах.
27.	Особенности алгоритмов функционирования устройств релейной защиты SmartGrid.
28.	Применение накопителей энергии в системах MicroGrid.
29.	Регулирование напряжения в SmartGrid.
30.	Регулирование частоты в SmartGrid.
31.	Гармонические искажения в системах MicroGrid.

№ п/п	Вопросы к экзамену
32.	Управление реактивной мощностью в системах MicroGrid.
33.	Управление перетоками активной мощности в системах MicroGrid.
34.	Основные международные стандарты IEEE относящиеся к интеллектуальным технологиям в электроэнергетике.
35.	Основные международные стандарты по кибербезопасности в отношении угроз связанных с интеллектуальными системами электроснабжения.
36.	Стандарты беспроводной передачи данных в интеллектуальных электроэнергетических системах.
37.	Анализ данных по отклонению напряжений в электроэнергетической системе с использованием Python.
38.	Графическое отображение результатов анализа данных функционирования интеллектуальных электроэнергетических систем.
39.	Анализ данных по колебаниям частоты в сети с использованием Python.
40.	Подходы к моделированию собственных источников генерации в программном комплексе PSCAD.
41.	Подходы к моделированию установившегося режима работы участка электроэнергетической системы в программном комплексе PSCAD.
42.	Подходы к моделированию аварийных режимов работы участка электроэнергетической системы в программном комплексе PSCAD.
43.	Функциональные свойства энергосистемы на базе концепции SmartGrid.
44.	Статические компенсаторы реактивной мощности в SmartGrid.
45.	Устройства продольной компенсации реактивной мощности с тиристорным управлением.
46.	Адаптивные устройства релейной защиты распределительных сетей.
47.	Устройства мониторинга режимов работы элементов электроэнергетических систем.
48.	Структурная схема управления объектом распределенной генерации.
49.	Структура управления интеллектуальной электроэнергетической системой.
50.	Основные положения международного стандарта IEEE 1547-2003 для соединения распределенных ресурсов с электроэнергетическими системами
51.	Основные положения международного стандарта IEEE 1675-2008 для Broadband над Power Line Hardware
52.	Основные положения международного стандарта IEEE 1686-2007 для подстанций интеллектуальных электронных устройств (СВУ) Возможности Cyber Security
53.	Основные положения международного стандарта IEEE 1815-2010 стандарт для электроэнергетических систем связи-Distributed Network Protocol (DNP3)
54.	Основные положения международного стандарта IEEE 61850.
55.	Микропроцессорные устройства для управления режимом работы распределительной сети.
56.	Применение алгоритмов нечеткой логики для управления режимами работы распределительной сети.
57.	Сравнительный анализ цифровых подстанций с традиционными.
58.	Принципы аккумулирования энергии с использованием энергетических объектов
59.	Использование технологий мониторинга для защиты интеллектуальных электроэнергетических систем.
60.	Схемы выдачи мощности объектов распределенной генерации.

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Экзамен	«отлично»	Студент продемонстрировал высокую степень освоения материала курса. Ответы на вопросы полностью отражают суть вопроса, построение ответов и выводов логичное. Студент демонстрирует понимание сути вопроса и демонстрирует изучение дополнительной литературы по курсу.
		«хорошо»	Студент продемонстрировал высокую степень освоения материала курса. Ответы на вопросы полностью отражают суть вопроса, построение ответов и выводов логичное.
		«удовлетворительно»	Студент продемонстрировал частичное знание материала курса, т.е полностью ответил только на один вопрос или ответив на два вопроса не продемонстрировал глубоких знаний материалов курса.
		«неудовлетворительно»	Студент продемонстрировал не знание материалов курса, т.е. не сформулировал ответы ни на один вопрос из билета.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Мастепаненко М.А., Воротников И.Н., Шарипов И.К., Аникуев С.В.	Моделирование в электроэнергетике.	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRBooks»
2.	Любченко В.Я., Родыгина С.В.	Применение математического моделирования в задачах электроэнергетики	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRBooks»
3.	Куско А., Томпсон М.	Сети электроснабжения. Методы и средства обеспечения качества энергии	Учебник	2017	ЭБС «IPRBooks»
4.	Удалов С.Н.	Возобновляемая энергетика.	Учебное пособие	2016	ЭБС «IPRBooks»
5.	Ашихмин В.Н., Гитман М.Б., Келлер И.Э., Наймарк О.Б., Столбов В.Ю., Трусов П.В., Фрик П.Г.	Введение в математическое моделирование	Учебное пособие	2016	ЭБС «IPRBooks»

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1.	Любченко В.Я., Родыгина С.В.	Применение математического моделирования в задачах электроэнергетики	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRBooks»
2.	Пятаева А.В., Раевич К.В.	Интеллектуальные системы и технологии.	Учебное пособие	2018	ЭБС «IPRBooks»
3.	Митрофанов С.В., Семенова Л.А	Моделирование в электроэнергетике.	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRBooks»
4.	Лукутин Б.В., Муравлев И.О., Плотников И.А.	Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями.	Учебное пособие	2015	ЭБС «IPRBooks»
5.	Сырецкий Г.А.	Моделирование систем. Часть 2. Интеллектуальные системы	Учебное пособие	2010	ЭБС «IPRBooks»

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- Web of Science [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: Clarivate Analytics, 2016. – Режим доступа : apps.webofknowledge.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус.,англ.;
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004. – Режим доступа : scopus.com. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000. – Режим доступа : elibrary.ru. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.;
- Springer Link [Электронный ресурс] : [база данных].– Switzerland: SpringerNature, 1842. – Режим доступа : link.springer.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Science Direct [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018. – Режим доступа : sciencedirect.com. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- Cambridge university press [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridge university press, 2018 . – Режим доступа : cambridge.org. – Загл. с экрана. – Яз. англ.;
- NEICON [Электронный ресурс] : электронная информация : архив научных журналов. – Москва : НЭИКОН, 2002. – Режим доступа : neicon.ru/resources/archive. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно
2	Office Standard	Договор № 690 от 19.05.2015, срок действия – бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016, срок действия – бессрочно

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Э-705)	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма,наушники, компьютер с выходом в Интернет.

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
2	Аудитория вебконференций Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации.(Э-407)	Стол преподавательский, экран телевизионный, роутер, стойка для телевизора, веб.камера, транспарант-перетяжка, ширма,наушники, компьютер с выходом в Интернет, хромакей
3	Помещение для самостоятельной работы студентов. (Г-401)	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет