

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 09 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Системы передачи и распределения электроэнергии
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: бакалавриат
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 180 (5)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Электроэнергетика и электротехника (общий профиль, СУОС)
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель учебной дисциплины: освоение дисциплинарных компетенций в области проектирования, расчета и анализа установившихся режимов работы, управления режимами работы систем передачи и распределения электрической энергии.

Задачи учебной дисциплины:

- изучение принципов построения и основ проектирования систем передачи и распределения электрической энергии, методов расчета и анализа установившихся режимов работы таких систем;
- формирование умений разработки основных разделов проектов систем передачи и распределения электрической энергии, расчета и анализа установившихся режимов работы, выбора способов и средств управления режимами работы таких систем;
- формирование навыков использования справочной и нормативно-методической литературы по разработке основных разделов проектов систем передачи и распределения электрической энергии, работы с программными комплексами по расчету установившихся режимов работы таких систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- системы передачи и распределения электрической энергии, электрические сети и их компоненты, накопители электроэнергии;
- структура и содержание основных разделов проектов систем передачи и распределения электрической энергии;
- методы проектирования конструктивной части воздушных линий электропередачи;
- методы расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей;
- принципы и методы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах.

1.3. Входные требования

Изучение дисциплин "Электроснабжение" и "Электрические станции и подстанции".

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-2.1	ИД-1ПК-2.1	Знает: основные методы расчета и анализа установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; основные методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах; основные методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах; методы расчета режимов работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах.	Знает основы электроники, схемы, состав оборудования, режим работы электротехнических и электроэнергетических установок различного назначения	Экзамен
ПК-2.1	ИД-2ПК-2.1	Умеет: проводить расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; выбирать методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах; выбирать методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах; рассчитывать режимы работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах.	Умеет проектировать схемы, электротехнические и электроэнергетические установки	Защита лабораторной работы
ПК-2.1	ИД-3ПК-2.1	Владеет: навыками работы с программными комплексами по расчету установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; навыками выбора средств регулирования	Владеет навыками расчета схем и режимов работы электронных и электротехнических установок	Защита лабораторной работы

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		напряжения на подстанциях и расчета их режимов работы.		
ПК-2.4	ИД-1ПК-2.4	Знает: основные принципы построения систем передачи и распределения электрической энергии; общую структуру и содержание основных разделов проекта системы передачи и распределения электрической энергии; основные методы расчета конструктивной части воздушных линий электропередачи и выбора её основных элементов; основные способы применения накопителей энергии в электрических сетях.	Знает нормативные требования и основные критерии оценки принимаемых проектных решений; структуру и правила оформления проектных и отчетных документов.	Экзамен
ПК-2.4	ИД-2ПК-2.4	Умеет: проводить сравнительный анализ решений, обосновывать принятые решения и полученные результаты по основным разделам проекта системы передачи и распределения электрической энергии; проводить расчеты конструктивной части воздушных линий электропередачи; выбирать основные элементы конструктивной части воздушных линий электропередачи.	Умеет формировать обоснованные проектные решения по объектам профессиональной деятельности; оформлять проектные и отчетные документы.	Курсовой проект
ПК-2.4	ИД-3ПК-2.4	Владеет: навыками представления и публичной защиты решений и результатов проекта системы передачи и распределения электрической энергии; навыками использования справочной и нормативно	Владеет навыками публичной защиты проектов и отчетов; проводить доработку проектов и отчетов с учетом высказанных замечаний.	Курсовой проект

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		-методической литературы по разработке основных разделов проектов систем передачи и распределения электрической энергии, в т.ч. по расчету конструктивной части воздушных линий электропередачи.		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		7	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	63	63	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	27	27	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	14	14	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	81	81	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)	36	36	
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	180	180	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	
7-й семестр				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Расчет и анализ установившихся режимов электрических сетей	9	12	6	27
Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины. Предмет и задачи курса, краткое историческое развитие электроэнергетических систем. Общие вопросы проектирования электроэнергетических систем. Состояние и перспективы развития электроэнергетических систем. Тема 1. Расчет и анализ установившегося режима линии электропередачи. Основные принципы построения электроэнергетических систем. Исходные данные для расчета. Расчет по данным в начале ЛЭП. Расчет по данным в конце ЛЭП. Расчет режима ЛЭП при известном напряжении в начале и мощности нагрузки в конце. Схемы замещения линий электропередач. Тема 2. Анализ режима холостого хода линии электропередачи. Особенности режима холостого хода ЛЭП. Расчет режима холостого хода ЛЭП. Построение векторных диаграмм режима холостого хода и их анализ. Тема 3. Расчет и анализ установившегося режима разомкнутой электрической сети. Схемы замещения трансформаторов (двухобмоточных, трехобмоточных, автотрансформаторов, трансформаторов с расщепленными обмотками). Исходные данные для расчета. Расчет по данным в конце сети. Расчет по данным в начале сети. Тема 4. Расчет и анализ установившегося режима замкнутой электрической сети с использованием правила моментов для токов. Исходные данные для расчета. Правило моментов для токов. Частные случаи правила моментов для токов. Расчет режима сети с двусторонним питанием в токах. Анализ электрического режима простейшей замкнутой электрической сети. Тема 5. Расчет и анализ установившегося режима замкнутой электрической сети с использованием правила моментов для мощностей. Исходные данные для расчета. Правило моментов для мощностей. Частные случаи правила моментов для мощностей. Расчет режима сети с двусторонним питанием в мощностях. Метод контурных уравнений.				
Основы проектирования конструктивной части воздушных линий электропередачи	6	0	4	19
Тема 6. Влияние климатических факторов на механическое напряжение в проводе воздушной линии электропередачи. Общая структура и содержание основных разделов проекта электроэнергетической системы района. Общие сведения о проектировании конструктивной части				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
<p>ЛЭП. Основные климатические факторы, влияющие на механическое напряжение в проводе. Удельные нормативные и расчетные нагрузки на провод. Выбор опор и их элементов. Тема 7. Применение метода допустимых напряжений при расчете механического напряжения в проводе воздушной линии электропередачи. Уравнение состояния провода. Понятие исходного режима. Применение уравнения состояния провода для расчета механического напряжения. Выбор основных элементов конструктивной части воздушных линий электропередачи. Критические пролеты и их использование в расчете проводов. Тема 8. Расчет монтажных стрел провеса и проверка габарита воздушной линии электропередачи. Понятие монтажного режима. Расчет монтажных стрел провеса. Проверка габарита воздушной линии. Особенности расчета грозозащитного троса. Расстановка опор по профилю трассы.</p>				
Регулирование частоты в электроэнергетической системе	6	0	2	16
<p>Тема 9. Баланс активных и реактивных мощностей в электроэнергетической системе при регулировании частоты. Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме при регулировании частоты. Связь между изменениями частоты и напряжения и генерируемой мощностью при неизменном составе нагрузки. Обобщенные статические характеристики потребления мощности (активной и реактивной) по частоте и по напряжению. Влияние изменений генерируемых мощностей на изменение частоты и напряжения. Воздействия на режим ЭЭС для регулирования частоты и напряжения. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсирующие устройства. Тема 10. Устройство и принцип действия устройств регулирования частоты в электроэнергетической системе. Процессы, происходящие в турбо- и гидрогенераторах при снижении или увеличении нагрузки в случае нерегулируемой и регулируемой турбины. Принцип действия АРС, особенности применения. Астатическое и статическое регулирование. Характеристики АРС турбины. Первичное и вторичное регулирование частоты. Принцип действия АРЧ, особенности применения. Тема 11. Методы и принципы регулирования частоты в электроэнергетической системе. Регулирование частоты в ЭЭС. Закон первичного регулирования частоты в реальной системе. Метод</p>				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
ведущей станции по частоте при вторичном регулировании частоты. Требования к ведущей станции по частоте. Автоматическая аварийная разгрузка по частоте – принцип действия, особенности применения.				
Регулирование напряжения в электроэнергетической системе	6	6	2	19
Тема 12. Методы и принципы регулирования напряжения в электроэнергетической системе. Виды регулирования напряжения. Методы и принципы регулирования напряжения. Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети. Регулирование напряжения в электрических сетях методом характеристического узла. Тема 13. Регулирование напряжения на электрических станциях. Регулирование напряжения на электростанциях. Первичное и вторичное регулирование напряжения. Принцип действия АРВ и ГРН. Тема 14. Регулирование напряжения на подстанциях с двухобмоточными трансформаторами. Регулирование напряжения на подстанциях. Устройство и принцип действия РПН и ПБВ. Определение напряжения ответвления. Тема 15. Регулирование напряжения на подстанциях с трехобмоточными и автотрансформаторами. Особенности регулирования напряжения на ПС с трехобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами. Принцип действия линейных регуляторов и вольт-добавочных трансформаторов. Тема 16. Применение накопителей энергии в электрических сетях. Заключение.				
ИТОГО по 7-му семестру	27	18	14	81
ИТОГО по дисциплине	27	18	14	81

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Решение задач по разделу «Расчет и анализ установившихся режимов электрических сетей».
2	Решение задач по разделу «Основы проектирования конструктивной части воздушных линий электропередачи».
3	Решение задач по разделу «Регулирование частоты в электроэнергетической системе».
4	Решение задач по разделу «Регулирование напряжения в электроэнергетической системе».

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Ознакомление с промышленной программой расчета установившегося режима RastrWin и методикой работы с программой.
2	Отображение результатов расчета установившегося режима с использованием графики программы RastrWin.
3	Расчет и анализ установившихся режимов наибольших и наименьших нагрузок электрической сети одного номинального напряжения.
4	Расчет и анализ послеаварийных режимов электрической сети одного номинального напряжения. Регулирование напряжения изменением ответвлений трансформаторов.
5	Расчет и анализ режимов наибольших и наименьших нагрузок электрической сети с несколькими номинальными напряжениями.
6	Оптимизация режимов замкнутой электрической сети двух номинальных напряжений с помощью коэффициентов трансформации трансформаторов.
7	Расчет и анализ режимов электрической сети с фиксированными напряжениями в нескольких узлах.
8	Исследование влияния компенсирующих устройств на параметры режима электрической сети.
9	Анализ установившихся режимов электрической системы с учетом утяжеления.

Тематика примерных курсовых проектов/работ

№ п.п.	Наименование темы курсовых проектов/работ
1	Проектирование системы передачи и распределения электрической энергии (по вариантам)

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при котором учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установление связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

Проведение лабораторных занятий основывается на интерактивном методе обучения, при котором обучающиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности обучающихся на достижение целей занятия.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие для вузов. 2-е изд. Ростов-на-Дону Красноярск : Феникс : Издательские проекты, 2008. 718 с.	15

2	Герасименко А. А., Федин В. Т. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие. 4-е изд., стер. Москва : КНОРУС, 2014. 645 с. 52,65 усл. печ. л.	8
3	Костин В. Н. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для вузов. Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2015. 304 с. 19,00 усл. печ. л.	5
4	Лыкин А.В. Электрические системы и сети : учебное пособие для вузов. М. : Логос, 2006. 253 с.	47
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Карапетян И. Г., Файбисович Д. Л., Шапиро И. М. Справочник по проектированию электрических сетей. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : ЭНАС, 2009. 390 с.	26
2	Ополева Г. Н. Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учебное пособие. Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. 416 с. 33,8 усл. печ. л.	6
3	Электротехнический справочник. Производство, передача и распределение электрической энергии. Москва : Изд-во МЭИ, 2009. 963 с.	3
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Основная литература	Лыкин А.В. Электрические системы и сети	http://elib.pstu.ru/vufind/Record/lanRU-LAN-BOOK-118089	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows XP (подп. Azure Dev Tools for Teaching до 27.03.2022)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

Вид ПО	Наименование ПО
Прикладное программное обеспечение общего назначения	Microsoft Office Visio Professional 2016 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Курсовой проект	Компьютер с предустановленным специализированным ПО, маркерная доска	10
Лабораторная работа	Компьютер с предустановленным специализированным ПО, маркерная доска	10
Лекция	Компьютер (ноутбук), проектор, экран, маркерная доска	1
Практическое занятие	Компьютер (ноутбук), проектор, экран, маркерная доска	2

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский политехнический
университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Системы передачи и распределения электроэнергии»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Накопители энергии, передача и распределение электрической энергии
Квалификация выпускника:	«Бакалавр»
Выпускающая кафедра:	Микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	Очная

Курс: 4

Семестр: 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	5	ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	180	ч.

Форма промежуточной аттестации:

Экзамен: 7 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине разработан в соответствии с общей частью фонда оценочных средств для проведения промежуточной аттестации основной образовательной программы, которая устанавливает систему оценивания результатов промежуточной аттестации и критерии выставления оценок. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине устанавливает формы и процедуры текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (7-го семестра учебного плана) и разбито на 4 раздела. В каждом разделе предусмотрены аудиторские лекционные и практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В 2 разделах предусмотрены лабораторные работы. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируется компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля при изучении теоретического материала, выполнении практических заданий, сдаче отчетов по лабораторным работам, защите курсового проекта и экзамена. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	ОЛР	КП		Экзамен
Усвоенные знания						
3.1 знать: основные методы расчета и анализа установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; основные методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах; основные методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах; методы расчета режимов работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах.	С1	ТО1				ТВ
3.2 знать: основные принципы построения электроэнергетических систем; общую структуру и содержание основных разделов проекта электроэнергетической системы района; основные методы расчета конструктивной части воздушных линий электропередачи и выбора её основных элементов.	С2	ТО2				ТВ
Освоенные умения						

У.1 уметь: проводить расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; выбирать методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах; выбирать методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах; рассчитывать режимы работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах.			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5 ОЛР6 ОЛР7 ОЛР8 ОЛР9	КП		ПЗ
У.2 уметь: проводить сравнительный анализ решений, обосновывать принятые решения и полученные результаты по основным разделам проекта электроэнергетической системы района; проводить расчеты конструктивной части воздушных линий электропередачи; выбирать основные элементы конструктивной части воздушных линий электропередачи.				КП		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть: навыками работы с программными комплексами по расчету установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; навыками выбора средств регулирования напряжения на подстанциях и расчета их режимов работы.			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5 ОЛР6 ОЛР7 ОЛР8 ОЛР9	КП		
В.2 владеть: навыками представления и публичной защиты решений и результатов проекта электроэнергетической системы района; навыками использования справочной и нормативно-методической литературы по разработке основных разделов проектов электроэнергетических систем, в т.ч. по расчету конструктивной части воздушных линий электропередачи.			ОЛР1 ОЛР2 ОЛР3 ОЛР4 ОЛР5 ОЛР6 ОЛР7 ОЛР8 ОЛР9	КП		

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; КП – курсовой проект; ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание экзамена.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде экзамена, проводимая с учетом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

Текущий контроль успеваемости имеет целью обеспечение максимальной эффективности учебного процесса, управление процессом формирования заданных компетенций обучаемых, повышение мотивации к учебе и предусматривает оценивание хода освоения дисциплины. В соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета и магистратуры в ПНИПУ предусмотрены следующие виды и периодичность текущего контроля успеваемости обучающихся:

– входной контроль, проверка исходного уровня подготовленности обучаемого и его соответствия предъявляемым требованиям для изучения данной дисциплины;

– текущий контроль усвоения материала (уровня освоения компонента «знать» заданных компетенций) на каждом групповом занятии и контроль посещаемости лекционных занятий;

– промежуточный и рубежный контроль освоения обучаемыми отдельных компонентов «знать», «уметь» заданных компетенций путем компьютерного или бланчного тестирования, контрольных опросов, контрольных работ (индивидуальных домашних заданий), защиты отчетов по лабораторным работам, рефератов, эссе и т.д.

Рубежный контроль по дисциплине проводится на следующей неделе после прохождения модуля дисциплины, а промежуточный – во время каждого контрольного мероприятия внутри модулей дисциплины;

– межсессионная аттестация, единовременное подведение итогов текущей успеваемости не менее одного раза в семестр по всем дисциплинам для каждого направления подготовки (специальности), курса, группы;

– контроль остаточных знаний.

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль усвоения материала в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, усвоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме защиты лабораторных работ и курсового проекта.

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 9 лабораторных работ. Типовые темы лабораторных работ приведены в РПД.

Защита лабораторной работы проводится индивидуально каждым студентом или группой студентов. Типовые шкала и критерии оценки приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.2.2. Курсовой проект

Согласно РПД запланирован курсовой проект «Проектирование электроэнергетической системы района».

Типовое задание КП:

Требуется разработать проект электроэнергетической системы района в соответствии с заданными исходными данными и методическими указаниями по оформлению.

В рамках проекта подлежат разработке следующие разделы:

1. Составление баланса активной мощности. Выбор количества и мощности генераторов ТЭЦ.
2. Выбор схемы и напряжения электрической сети.
3. Выбор схемы выдачи мощности ТЭЦ и схем подстанций в узлах нагрузки.

4. Баланс реактивной мощности, выбор мощности и размещение компенсирующих устройств
5. Выбор и проверка сечений проводов линий электропередачи.
6. Выбор трансформаторов связи ТЭЦ.
7. Выбор трансформаторов подстанций в узлах нагрузки.
8. Расчет установившегося режима электрической сети.
9. Регулирование напряжения в узлах нагрузки.

Курсовой проект должен включать в себя пояснительную записку и графическую часть.

Типовые шкала и критерии оценки результатов курсового проекта приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех лабораторных работ, защита курсового проекта и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

Промежуточная аттестация, согласно РПД, проводится в виде экзамена по дисциплине устно по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний и практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций. Форма билета представлена в общей части ФОС образовательной программы.

2.3.1. Типовые вопросы и задания для экзамена по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

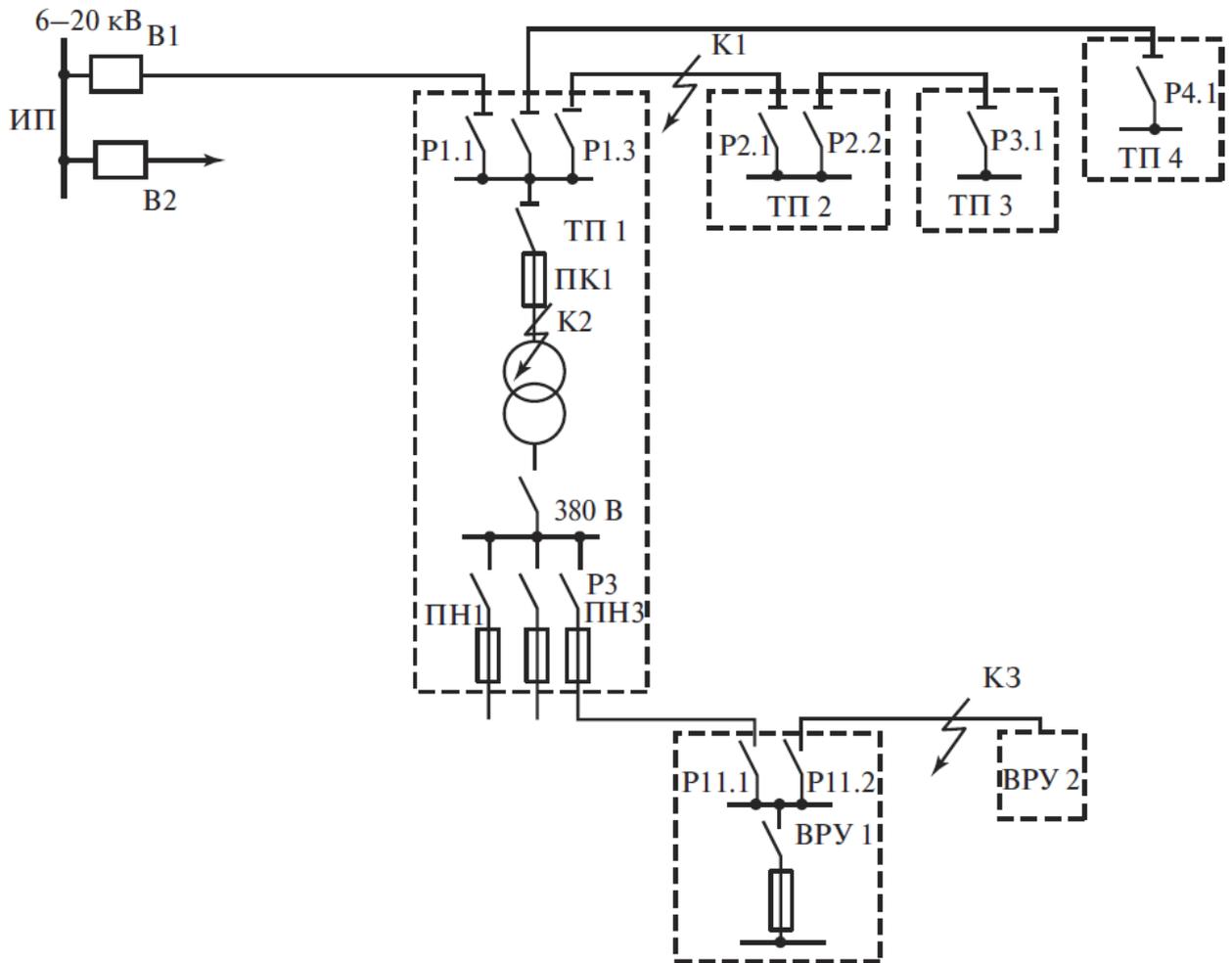
1. Конструктивные элементы воздушных ЛЭП (ВЛ) и их назначение.
2. Конструктивное исполнение деревянных опор, область их применения, достоинства и недостатки.
3. Конструктивное исполнение железобетонных опор, область их применения, достоинства и недостатки.
4. Конструктивное исполнение металлических опор, область их применения, достоинства и недостатки.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Разомкнутые электрические сети.
 - Дайте определение электрической сети.
 - Какие требования по источникам питания и допустимому перерыву в электроснабжении необходимо обеспечить для электроприёмников потребителей 1, 2 и 3 категорий надёжности?
 - Проведите анализ режимов работы схемы радиально-магистральной сети, изображенной на рисунке, с точки зрения надёжности при коротких

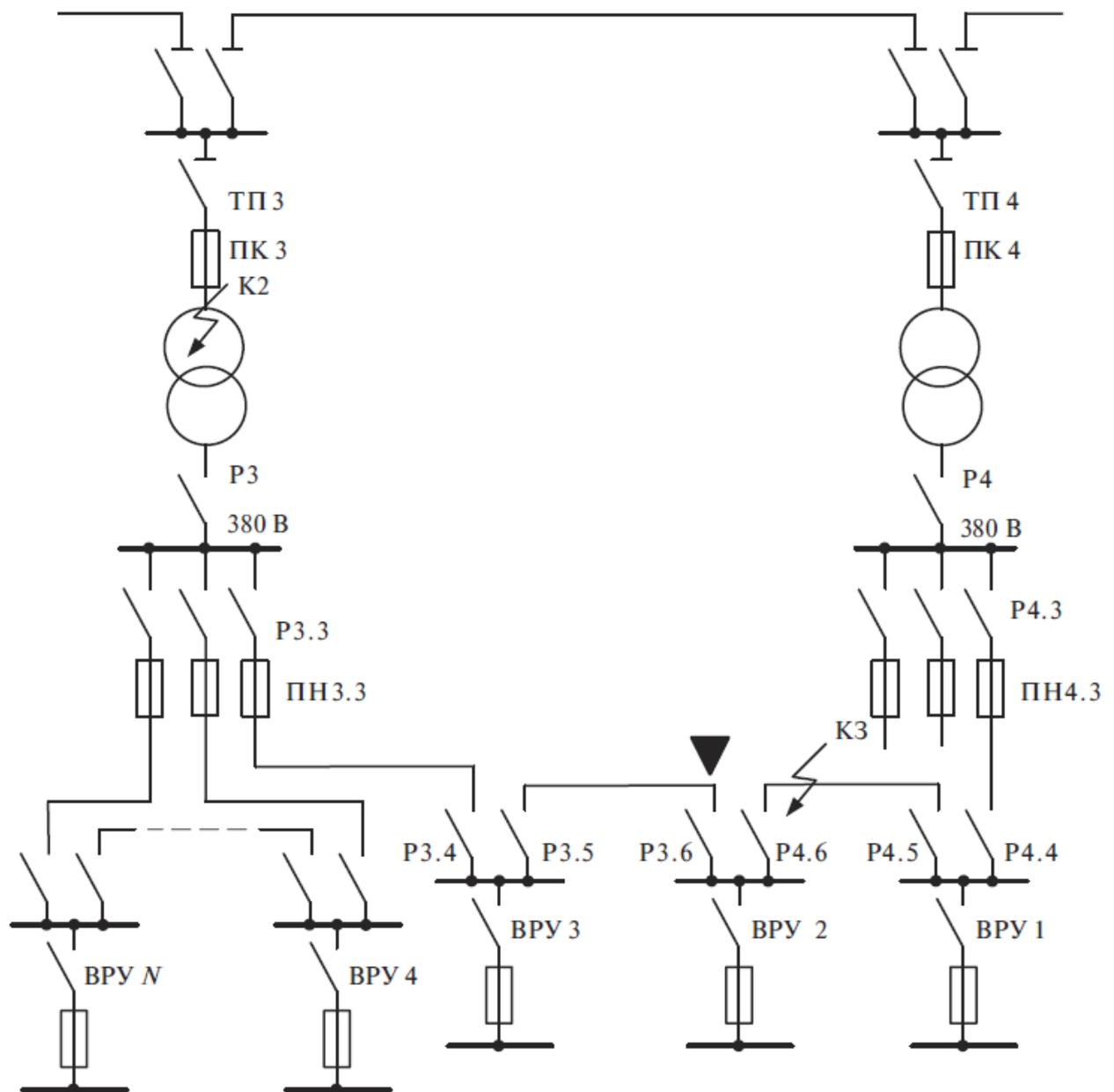
замыканиях в точках К1, К2, К3. Для каких электроприёмников возможно применение данной схемы?

- Проведите анализ схемы, изображенной на рисунке, с точки зрения экономичности.



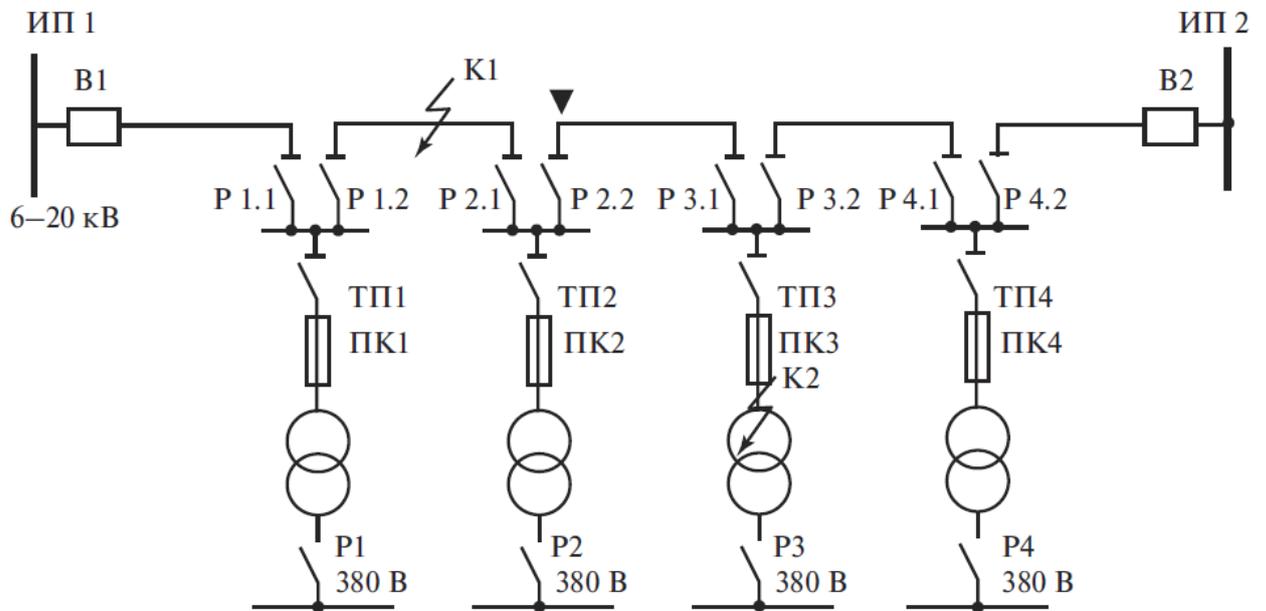
2. Замкнутые электрические сети.

- Дайте определение электрической сети.
- Какие требования по источникам питания и допустимому перерыву в электроснабжении необходимо обеспечить для электроприёмников потребителей 1, 2 и 3 категорий надёжности?
- Проведите анализ режимов работы схемы петлевой неавтоматизированной сети 380 В, изображенной на рисунке, с точки зрения надёжности при коротких замыканиях в точках К2, К3 в разомкнутом режиме работы. Для каких электроприёмников возможно применение данной схемы?
- Укажите причины, по которым данная схема должна работать строго в разомкнутом режиме.



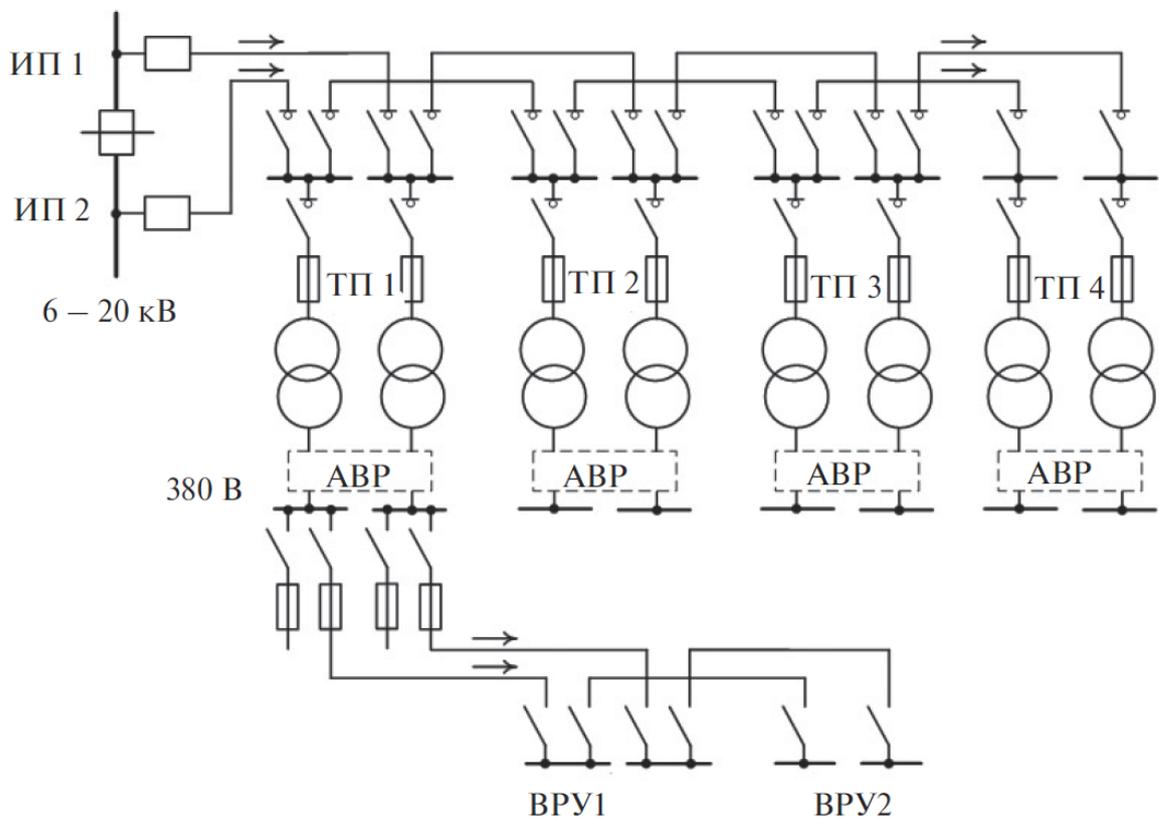
3. Замкнутые электрические сети.

- Дайте определение электрической сети.
- Какие требования по источникам питания и допустимому перерыву в электроснабжении необходимо обеспечить для электроприёмников потребителей 1, 2 и 3 категорий надёжности?
- Проведите анализ режимов работы схемы петлевой неавтоматизированной сети 6-20 кВ, изображенной на рисунке, с точки зрения надёжности при коротких замыканиях в точках К1, К2 в разомкнутом режиме работы. Для каких электроприёмников возможно применение данной схемы?
- Укажите причины, по которым данная схема должна работать строго в разомкнутом режиме.



4. Замкнутые электрические сети.

- Проведите анализ режимов работы схемы двухлучевой автоматизированной сети 6-20 кВ с согласно направленными магистралями, изображенной на рисунке, с точки зрения надёжности при коротких замыканиях в точках К1, К2 в замкнутом режиме работы. Для каких электроприёмников возможно применение данной схемы?
- Используя рисунок за основу, нарисуйте еще два варианта многолучевых схем с повышенными требованиями к надёжности электроснабжения потребителей.



Полный перечень теоретических вопросов и практических заданий в форме утвержденного комплекта экзаменационных билетов хранится на выпускающей

кафедре.

2.3.2. Шкалы оценивания результатов обучения на экзамене

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания путем выборочного контроля во время экзамена.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче экзамена для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при экзамене считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Типовые критерии и шкалы оценивания уровня сформированности компонентов компетенций приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3.2. Оценка уровня сформированности компетенций

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде экзамена используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.