

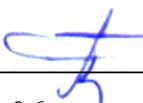
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 06 » октября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Интеллектуальные средства и системы в электроэнергетике и электротехнике
(наименование)

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

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

Общая трудоёмкость: 108 (3)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления)

Направленность: Концептуальное проектирование и инжиниринг повышения энергоэффективности
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины: формирование дисциплинарных компетенций по проектированию, модернизации, наладке и испытаниям интеллектуальных цифровых систем автоматизации производственных и технологических процессов, что позволит студентам успешно решать теоретические и практические задачи в электроэнергетике и электротехнике.

Задачи дисциплины:

- изучение возможностей микропроцессорных средств и систем автоматизации при трансформации, передаче и потреблении электроэнергии;
- формирование умений формулировать технические задания, разрабатывать проекты и спецификации, использовать интеллектуальные средства автоматизации процессов трансформации, передаче и потреблении электроэнергии;
- формирование навыков применения алгоритмического и программного обеспечения микропроцессорных средств и систем управления верхнего уровня, САПР для повышения энергоэффективности электроэнергетических систем.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Микропроцессорные средства измерения и управления в электроэнергетике и электротехнике, в том числе:

- Цифровые датчики тока, напряжения, температуры, вибрации;
- Цифровые системы контроля качества электроэнергии.
- Микропроцессорные приборы учета электроэнергии;
- Микропроцессорные терминалы РЗА;
- Микропроцессорные регистраторы аварийных событий.

Интеллектуальное силовое электротехническое оборудование, включающее:

- Реклоузеры с цифровым управлением;
- Модули цифровой электрической подстанции.

Протоколы, обеспечивающие связь интеллектуальных цифровых устройств и систем в электроэнергетике: MMS, GOOSE, MODBUS, MQTT.

Программные средства, реализующие интеллектуальные функции в микропроцессорных устройствах управления, в электротехническом оборудовании, в системах управления верхнего уровня, на уровне НМІ в системах электроэнергетики.

1.3. Входные требования

Не предусмотрены

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-2.12	ИД-1ПК-2.12	Знает содержание, применяемые методики расчета, последовательность реализации и критерии выбора мероприятий по повышению энергоэффективности, включающие в себя интеллектуальные средства и системы.	Знает содержание, применяемые методики расчета, последовательность реализации и критерии выбора мероприятий по повышению энергоэффективности	Тест
ПК-2.12	ИД-2ПК-2.12	Умеет создавать и использовать алгоритмы расчета параметров и выбора мероприятий по повышению энергоэффективности, включающие интеллектуальные средства и системы.	Умеет создавать и использовать алгоритмы расчета параметров и выбора мероприятий по повышению энергоэффективности	Отчёт по практическом у занятию
ПК-2.12	ИД-3ПК-2.12	Владеет базовыми навыками расчета параметров и выбора мероприятий по повышению энергоэффективности с применением интеллектуальных средств и систем.	Владеет базовыми навыками расчета параметров и выбора мероприятий по повышению энергоэффективности с применением алгоритмического и программного обеспечение	Защита лабораторной работы

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	45	45	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)	18	18	
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	9	9	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	63	63	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

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	СРС
3-й семестр				
Раздел 1. Средства и системы учета и мониторинга	8	9	5	32
Тема 1. Микропроцессорные и электронные счетчики электроэнергии. Тема 2. Устройства сбора и передачи информации на контроллерном уровне АСКУЭ. Тема 3. Аппаратные и программные средства на уровне НМИ в системах электроэнергетики. Тема 4. Автоматизированные системы мониторинга электропотребления.				
Раздел 2. Средства и системы контроля и управления	8	9	4	31
Тема 5. Микропроцессорные датчики тока и напряжения с цифровым выходом. Тема 6. Микропроцессорные терминалы РЗА и реклоузеры электротехнических фирм. Тема 7. WAMS-технологии в дистанционном автоматическом управлении электроэнергетикой.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	18	9	63
ИТОГО по дисциплине	16	18	9	63

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Выбор микропроцессорных средств измерения и управления для применения в электроэнергетике из основного ассортимента популярных производителей.
2	Изучение принципов работы цифровых датчиков (тока, напряжения, температуры, вибрации, качества электроэнергии) и их метрологических характеристик.
3	Изучение структуры, функций, устройства цифровых терминалов защиты и частотных приводов.
4	Модули цифровой электрической подстанции в стандарте МЭК 61850.
5	Изучение протоколов GOOSE и MQTT.
6	Реализация интеллектуальных функций измерения и управления в микропроцессорных устройствах на базе программного обеспечения National Instruments LabView.
7	Проектирование систем электроснабжения с применением САЕ-пакетов.

Тематика примерных лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы
1	Сравнение метрологических и функциональных характеристик цифровых средств измерения и аналоговых приборов.
2	Исследование возможностей УСПД на примере измерительных комплексов National Instruments.
3	Расчет параметров и программирование цифровых терминалов защиты и частотных приводов.
4	Выбор проектных решений, оборудования для модернизации подстанции до уровня цифровой.
5	Программирование устройств для работы с протоколом MQTT.
6	Разработка интеллектуальных приборов для систем электроснабжения в программном обеспечении National Instruments LabView.
7	Исследование АСКУЭ ЭТФ.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой 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 установления 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, 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	Микропроцессорные счётчики электрической энергии / И. Г. Друзьякин, А. Н. Лыков. - Пермь: , Изд-во ПНИПУ, 2011. - (Микропроцессорные средства автоматизации энергетических систем : учебное пособие : [в 2 ч.]; Ч. 1).	20

2	Ополева Г. Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник : учебное пособие для вузов / Г. Н. Ополева. - Москва: ФОРУМ, ИНФРА-М, 2009.	16
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Гуревич В. И. Микропроцессорные реле защиты. Устройство, проблемы, перспективы : учебно-практическое пособие / В. И. Гуревич,. - Москва: Инфра-Инженерия, 2011.	2
2	Оппенгейм А. Цифровая обработка сигналов : учебник : пер. с англ. / А. Оппенгейм, Р. Шафер. - Москва: Техносфера, 2012.	5
3	Современная электроэнергетика / И. М. Бортник [и др.]. - Москва: , Издат. дом МЭИ, 2010. - (Основы современной энергетики : учебник для вузов : в 2 т.; Т. 2).	2
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)
Дополнительная литература	Цифровая обработка сигналов	http://elib.pstu.ru/Record/lan73524	локальная сеть; свободный доступ
Основная литература	Микропроцессорные средства автоматизации энергетических систем. Ч. 1 Микропроцессорные счётчики электрической энергии	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib2925	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 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567
Системы управления проектами, исследованиями, разработкой, проектированием, моделированием и внедрением	LabVIEW (NI Academic Site License № 469934)

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
Лабораторная работа	Лабораторный стенд "Активно-адаптивные системы"	2
Лабораторная работа	Лабораторный стенд по исследованию частотного привода	2
Лекция	Маркерная доска, маркеры, проектор, экран, ноутбук или ПК	1
Практическое занятие	Маркерная доска, маркеры, проектор, экран, ноутбук или ПК	1

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
«Интеллектуальные средства и системы в электроэнергетике и
электротехнике»

Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль) образовательной программы:	Концептуальное проектирование и инжиниринг повышения энергоэффективности
Квалификация выпускника:	«Магистр»
Выпускающая кафедра:	Микропроцессорных средств автоматизации
Форма обучения:	Очная

Курс: 2

Семестр: 3

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	3 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	108 ч.

Виды промежуточного контроля:

Зачёт: 3 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств 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 (3-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские лекционные, практические и лабораторные занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются 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, сдаче отчетов по лабораторным работам и зачета. 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	Т/КР		Зачёт
Усвоенные знания						
3.1 знать содержание, применяемые методики расчета систем в электроэнергетике.		ТО1		КР1		ТВ
3.2 знать последовательность реализации и критерии выбора мероприятий по повышению энергоэффективности	С1	ТО2		КР2		ТВ
Освоенные умения						
У.1 уметь создавать и использовать алгоритмы расчета параметров и выбора мероприятий по повышению энергоэффективности, включающие интеллектуальные средства и системы.			ОЛР1	КР2		ПЗ
У.2 уметь проводить выбор мероприятий по повышению энергоэффективности, включающие интеллектуальные средства и системы.			ОЛР2 ОЛР3	КР1		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 владеть навыками проектирования и разработки информационных систем, навыками расчета параметров систем энергоэффективности			ОЛР4			ПЗ
В.2 владеть современными методами выбора мероприятий по повышению энергоэффективности с применением алгоритмического и программного обеспечения			ОЛР5			ПЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом 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 бланочного 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 рубежных контрольных работ (после изучения каждого модуля учебной дисциплины).

2.2.1. Защита лабораторных работ

Всего запланировано 7 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. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Средства и системы учета и мониторинга», вторая КР – по модулю 2 «Средства и системы контроля и управления».

Типовые задания первой КР:

1. Микропроцессорные и электронные счетчики электроэнергии.
2. Устройства сбора и передачи информации на контроллерном уровне АСКУЭ.

Типовые задания второй КР:

1. Микропроцессорные датчики тока и напряжения с цифровым выходом.
2. Микропроцессорные терминалы РЗА и реклоузеры электротехнических фирм.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС магистерской программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

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

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит

теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Общий подход к энергомониторингу. Понятия и определения.
2. Классификация методов и технических средств контроля энергетических ресурсов.
3. Понятие целевого мониторинга.
4. Первичные измерительные преобразователи и интеллектуальные датчики.
5. Устройства сбора и передачи данных.
6. Технические средства контроля параметров электрической энергии.

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Провести оценку аппаратных средств контроля энергоресурсов.
2. Произвести выбор средств передачи данных в АСКУЭ.
3. Разработать структурную схему диспетчерского уровня АСКУЭ.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Составить структурную схему распределенной АСКУЭ.
2. Провести обоснование и выбор счетчиков электрической и тепловой энергии.
3. Разработать функциональную схему диспетчерской энергосбыта.

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных дисциплинарных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

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

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и дисциплинарных компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов дисциплинарных компетенций

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

Общая оценка уровня сформированности всех дисциплинарных 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 магистерской программы.

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