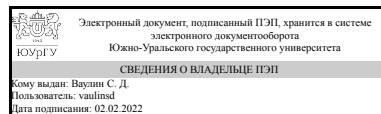


УТВЕРЖДАЮ:
Директор института
Политехнический институт



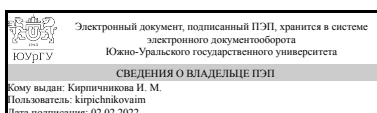
С. Д. Ваулин

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.М5.10.02 Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов:
проектное обучение
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
уровень Магистратура
магистерская программа Электроэнергетические системы
форма обучения очная
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

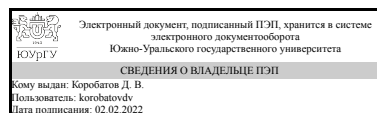
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

Зав.кафедрой разработчика,
д.техн.н., проф.



И. М. Кирпичникова

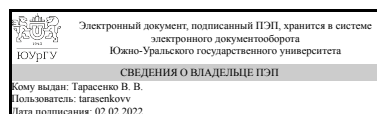
Разработчик программы,
к.техн.н., доцент



Д. В. Коробатов

СОГЛАСОВАНО

Руководитель образовательной
программы
к.техн.н.



В. В. Тарасенко

1. Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины - изучение современных методов обработки сигналов, применяемых в цифровых автоматизированных системах, в рамках информационного и программного обеспечения. При освоении дисциплины студенты знакомятся с автоматизированными техническими системами управления, применяемыми в электроэнергетике. Задачи дисциплины: • Освоить современные численные математические методы и алгоритмы, используемые для обработки и преобразования информации. • Получить практический опыт создания алгоритмов для работы автоматизированных систем управления технологическим процессом и коммерческого учета электроэнергии в программном комплексе LabView на ЭВМ.

Краткое содержание дисциплины

Цифровая обработка сигналов. Немного истории. Сравнение аналоговой и цифровой обработки сигналов. Дискретизация сигналов. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Структуры цифровых фильтров. Основы математики спектрального анализа. Применение пакета Mathcad. Применение схмотехнического симулятора LTspice. Применение пакета LabVIEW. Структуры цифровых фильтров и их характеристики. Алгоритмы цифровой обработки в АСДУ. Регистратор переходных режимов ТПА-02 Прософт. Требования стандарта IEEE C37.118 к формату сообщений. Цифровизация распределительных электрических сетей. Коммутационные аппараты распределительных сетей. Некоторые алгоритмы анализа режимов распределительных сетей.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ПК-1 ПК-1. Способен принимать организационно-управленческие решения при работе на объектах профессиональной деятельности	Знает: Современные методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов в электроэнергетике. Технологии использования методов цифровой обработки сигналов в задачах автоматизированного диспетчерского управления. Современные программные средства для исследования систем цифровой обработки сигналов в реальном времени Умеет: Определять области использования систем цифровой обработки сигналов и формировать алгоритмы обработки сигналов на ЭВМ Имеет практический опыт: Разработки и исследования алгоритмов преобразования Фурье, измерения электрических величин, а также векторных измерений и корреляционного анализа сигналов в программных комплексах MATLAB/Simulink и LabView на ЭВМ

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин,	Перечень последующих дисциплин,
------------------------------------	---------------------------------

видов работ учебного плана	видов работ
<p>Интеллектуальные электроэнергетические системы: проектное обучение,</p> <p>Активно-адаптивные электрические сети: проектное обучение,</p> <p>Устойчивость электроэнергетических систем: проектное обучение,</p> <p>Инновационное электрооборудование: проектное обучение,</p> <p>Релейная защита и автоматика цифровых подстанций: проектное обучение,</p> <p>Системная и противоаварийная автоматика: проектное обучение,</p> <p>Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: проектное обучение,</p> <p>Учебная практика, ознакомительная практика: проектное обучение (2 семестр)</p>	<p>Производственная практика, преддипломная практика: проектное обучение (4 семестр)</p>

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
<p>Устойчивость электроэнергетических систем: проектное обучение</p>	<p>Знает: Особенности развития и моделирования переходных процессов в электроэнергетических системах. Основные понятия об устойчивости энергосистемы, синхронного генератора, узла асинхронной нагрузки, виды устойчивости. Современные средства и способы обеспечения устойчивости электроэнергетических систем</p> <p>Умеет: применять практические методики расчёта переходных процессов в электроэнергетических системах с использованием справочной или иной информации для оценки допустимости режимов работы электроэнергетических систем. Оценивать допустимость режимов по условиям устойчивости</p> <p>Имеет практический опыт: Анализа устойчивости электроэнергетических систем с применением ЭВМ и специализированных программных средств, а также регулирования режимов в простейших электроэнергетических системах</p>
<p>Активно-адаптивные электрические сети: проектное обучение</p>	<p>Знает: Вида и функциональные свойства устройств управления режимами электроэнергетических систем, реализованных на базе силовой электроники. Вставки и передачи постоянного тока, источники реактивной мощности, выполненные на основе преобразователей тока и напряжения. Умеет: Анализировать установившиеся и переходные режимы электроэнергетических систем с элементами гибкого (активно-адаптивного) управления, реализованными на базе силовой электроники. Имеет практический опыт:</p>

	Технико-экономического расчёта и анализа режимов активно-адаптивных электрических сетей с применением ЭВМ и специализированных программных средств.
Системная и противоаварийная автоматика: проектное обучение	Знает: Принципы автоматического регулирования частоты и мощности в энергосистеме, управления возбуждением синхронных машин, автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу. Классификацию устройств противоаварийной автоматики и автоматики нормального режима. Алгоритмы работы автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), автоматики ликвидации асинхронного режима (АЛАР), автоматики, реагирующей на изменение напряжения в сети (АОСН и АОПН). Принципы передачи данных по каналам связи. Умеет: Анализировать логику работы устройств автоматического управления и исследовать их взаимодействие с устройствами релейной защиты. Имеет практический опыт: Выбора и проверки уставок устройств автоматического управления объектами электроэнергетической системы
Инновационное электрооборудование: проектное обучение	Знает: Технологическую часть электрических станций, выполненных по современным технологиям: газотурбинные электростанции с комбинированным циклом, ветро- и солнечные электростанции, гидроэлектростанции и малая генерация. Главные электрические схемы электрических станций и подстанций. Системы собственных нужд электростанций и подстанций. Современные технологии коммутации электрических цепей и гашения электрической дуги, современные коммутационные аппараты. Инновационные системы измерений и перспективные измерительные приборы, такие как цифровые и оптические измерительные трансформаторы тока, измерительные трансформаторы напряжения, комбинированные устройства измерения. Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития объектов электроэнергетической системы с применением современного электрооборудования. Имеет практический опыт: Сравнения и оценки технических и стоимостных показателей технологических схем и электрооборудования для объектов электроэнергетической системы
Интеллектуальные электроэнергетические системы: проектное обучение	Знает: Основное оборудование сложных электрических сетей и систем, выполненных с применением устройств интеллектуального управления. Схемы замещения и математические модели высоковольтных линий электропередачи, трансформаторов, синхронных генераторов, применяемые в расчёте установившихся

	<p>режимов. Методы расчёта и моделирования установившихся режимов сложноразветвленных электрических сетей. Способы и методы регулирования и оптимизации параметров режимов электрических сетей и основы компенсации реактивных нагрузок. Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития электроэнергетических сетей и систем. Выполнять расчёты и оптимизировать режимы работы электрических сетей и систем, выполненных с применением устройств интеллектуального управления Имеет практический опыт: технико-экономического расчёта и анализа режимов сложноразветвленных электрических сетей с применением ЭВМ и специализированных программных средств</p>
<p>Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: проектное обучение</p>	<p>Знает: Конструкции воздушных и кабельных линий дальних электропередач переменного тока сверхвысокого напряжения (ЛЭП СВН). Основные режимы работы ЛЭП СВН, их особенности, методы расчёта режимов, методы выбора и расстановки компенсирующих устройств, пути повышения пропускной способности ЛЭП СВН. Умеет: Разрабатывать программы инновационного развития объектов электроэнергетической системы с применением дальних электропередач переменного тока сверхвысокого напряжения Имеет практический опыт: Анализа и оптимизации режимов работы электрической сети с электропередачами переменного тока сверхвысокого напряжения</p>
<p>Релейная защита и автоматика цифровых подстанций: проектное обучение</p>	<p>Знает: Архитектуру современных микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики цифровых подстанций. Принципы действия основных видов релейной защиты и автоматики и основные виды алгоритмов микропроцессорных устройств их реализующие. Основы проектирования релейной защиты и автоматики цифровых подстанций Умеет: Производить выбор видов релейной защиты и автоматики (РЗА) и рассчитывать параметры микропроцессорных устройств РЗА. Видоизменять типовые алгоритмы работы цифровых свободно программируемых устройств РЗА в зависимости от нормативных требований и конкретной сферы применения. Осуществлять настройку параметров обмена данными между интеллектуальными устройствами комплекса РЗА цифровой подстанции Имеет практический опыт: Программирования и настройки основных параметров интеллектуальных устройств цифровой подстанции: цифровых измерительных трансформаторов тока и напряжения, цифровых выключателей, микропроцессорных устройств релейной защиты и автоматики</p>

Учебная практика, ознакомительная практика: проектное обучение (2 семестр)	Знает: Виды и особенности профессиональной деятельности, профессиональную терминологию Умеет: Организовать себя и организовать работу малых коллективов для решения профессиональных задач. Формировать законченное представление о принятых решениях и полученных результатах в виде научно-технического отчёта Имеет практический опыт: Постановки и решения профессиональных задач
---	---

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 24,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108	
<i>Аудиторные занятия:</i>	16	16	
Лекции (Л)	0	0	
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	0	0	
Лабораторные работы (ЛР)	16	16	
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	83,75	83,75	
с применением дистанционных образовательных технологий	0		
Изучение основной и дополнительной литературы	25	25	
Подготовка к лабораторным работам	58,75	58,75	
Консультации и промежуточная аттестация	8,25	8,25	
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет	

5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Раздел 1	16	0	0	16

5.1. Лекции

Не предусмотрены

5.2. Практические занятия, семинары

Не предусмотрены

5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Дискретное преобразование Фурье	4
2	1	Исследование алгоритмов цифровой фильтрации сигналов	4
3	1	Исследование алгоритмов расчета параметров режима электрической сети	4
4	1	Моделирование алгоритмов векторных измерений	4

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Изучение основной и дополнительной литературы	Все источники	3	25
Подготовка к лабораторным работам	Все источники	3	58,75

6. Текущий контроль успеваемости, промежуточная аттестация

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Се-местр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учи-тыва-ется в ПА
1	3	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №1	1	10	<p>Защита отчета по лабораторной работе осуществляется студентами индивидуально (или коллективно). Отчет должен быть составлен и оформлен по установленному шаблону в соответствии с требованиями кафедры. В процессе защиты оцениваются следующие показатели и начисляются баллы:</p> <p>а) полнота содержания отчета: 3 балла – если в отчете приведены все требуемые описания, схемы, изображения, формулы, выражения, таблицы, построены все графики и диаграммы, сделаны необходимые выводы; 2 балла – если отсутствуют некоторые пояснения, формулы или выкладки; в остальных случаях 0 баллов;</p> <p>б) правильность и обоснованность выводов в отчете: 1 балл – если выводы, сформулированные студентом, не требуют внесения исправлений или корректировок со стороны преподавателя, иначе 0 баллов;</p> <p>в) качество оформления отчета: 1 балл –</p>	зачет

						если отчет оформлен аккуратно с соблюдением всех требований, иначе 0 баллов; г) ответ на вопрос преподавателя: 5 баллов – если дан правильный развернутый ответ; 4 балла – если ответ недостаточно развернут; 3 балла – если ответ не верен, но студент смог правильно ответить на дополнительный/наводящий вопрос; в остальных случаях 0 баллов. Отчет считается защищенным, если студент набрал не менее 6 баллов (60%).	
2	3	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №2	1	10	Защита отчета по лабораторной работе осуществляется студентами индивидуально (или коллективно). Отчет должен быть составлен и оформлен по установленному шаблону в соответствии с требованиями кафедры. В процессе защиты оцениваются следующие показатели и начисляются баллы: а) полнота содержания отчета: 3 балла – если в отчете приведены все требуемые описания, схемы, изображения, формулы, выражения, таблицы, построены все графики и диаграммы, сделаны необходимые выводы; 2 балла – если отсутствуют некоторые пояснения, формулы или выкладки; в остальных случаях 0 баллов; б) правильность и обоснованность выводов в отчете: 1 балл – если выводы, сформулированные студентом, не требуют внесения исправлений или корректировок со стороны преподавателя, иначе 0 баллов; в) качество оформления отчета: 1 балл – если отчет оформлен аккуратно с соблюдением всех требований, иначе 0 баллов; г) ответ на вопрос преподавателя: 5 баллов – если дан правильный развернутый ответ; 4 балла – если ответ недостаточно развернут; 3 балла – если ответ не верен, но студент смог правильно ответить на дополнительный/наводящий вопрос; в остальных случаях 0 баллов. Отчет считается защищенным, если студент набрал не менее 6 баллов (60%).	зачет
3	3	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №3	1	10	Защита отчета по лабораторной работе осуществляется студентами индивидуально (или коллективно). Отчет должен быть составлен и оформлен по установленному шаблону в соответствии с требованиями кафедры. В процессе защиты оцениваются следующие показатели и начисляются баллы: а) полнота содержания отчета: 3 балла –	зачет

					<p>если в отчете приведены все требуемые описания, схемы, изображения, формулы, выражения, таблицы, построены все графики и диаграммы, сделаны необходимые выводы; 2 балла – если отсутствуют некоторые пояснения, формулы или выкладки; в остальных случаях 0 баллов;</p> <p>б) правильность и обоснованность выводов в отчете: 1 балл – если выводы, сформулированные студентом, не требуют внесения исправлений или корректировок со стороны преподавателя, иначе 0 баллов;</p> <p>в) качество оформления отчета: 1 балл – если отчет оформлен аккуратно с соблюдением всех требований, иначе 0 баллов;</p> <p>г) ответ на вопрос преподавателя: 5 баллов – если дан правильный развернутый ответ; 4 балла – если ответ недостаточно развернут; 3 балла – если ответ не верен, но студент смог правильно ответить на дополнительный/наводящий вопрос; в остальных случаях 0 баллов.</p> <p>Отчет считается защищенным, если студент набрал не менее 6 баллов (60%).</p>		
4	3	Текущий контроль	Защита отчета по лабораторной работе №4	1	10	<p>Защита отчета по лабораторной работе осуществляется студентами индивидуально (или коллективно). Отчет должен быть составлен и оформлен по установленному шаблону в соответствии с требованиями кафедры. В процессе защиты оцениваются следующие показатели и начисляются баллы:</p> <p>а) полнота содержания отчета: 3 балла – если в отчете приведены все требуемые описания, схемы, изображения, формулы, выражения, таблицы, построены все графики и диаграммы, сделаны необходимые выводы; 2 балла – если отсутствуют некоторые пояснения, формулы или выкладки; в остальных случаях 0 баллов;</p> <p>б) правильность и обоснованность выводов в отчете: 1 балл – если выводы, сформулированные студентом, не требуют внесения исправлений или корректировок со стороны преподавателя, иначе 0 баллов;</p> <p>в) качество оформления отчета: 1 балл – если отчет оформлен аккуратно с соблюдением всех требований, иначе 0 баллов;</p> <p>г) ответ на вопрос преподавателя: 5 баллов – если дан правильный развернутый ответ; 4 балла – если ответ недостаточно развернут; 3 балла – если ответ не верен,</p>	зачет

					но студент смог правильно ответить на дополнительный/наводящий вопрос; в остальных случаях 0 баллов. Отчет считается защищенным, если студент набрал не менее 6 баллов (60%).	
5	3	Промежуточная аттестация	Тест "Цифровая обработка сигналов"	-	20	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Зачет проводится в письменной форме по билетам. В аудитории, где проводится зачет, одновременно присутствует не более 10-15 человек. Каждому студенту выдается билет, в котором содержится четыре задания. Для выполнения заданий дается не более 1,5 аст. часа. Дисциплина считается освоенной, если итоговый рейтинг по дисциплине составил не менее 60%. При этом в ведомость выставляется оценка «зачтено». В противном случае проставляется – «не зачтено».	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ				
		1	2	3	4	5
ПК-1	Знает: Современные методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов в электроэнергетике. Технологии использования методов цифровой обработки сигналов в задачах автоматизированного диспетчерского управления. Современные программные средства для исследования систем цифровой обработки сигналов в реальном времени					
ПК-1	Умеет: Определять области использования систем цифровой обработки сигналов и формировать алгоритмы обработки сигналов на ЭВМ					
ПК-1	Имеет практический опыт: Разработки и исследования алгоритмов преобразования Фурье, измерения электрических величин, а также векторных измерений и корреляционного анализа сигналов в программных комплексах MATLAB/Simulink и LabView на ЭВМ					

Фонды оценочных средств по каждому контрольному мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) основная литература:

1. Булатов, Б. Г. Основы LabVIEW для исследования задач энергетики [Текст : непосредственный] учеб. пособие по направлению 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" (магистратура) Б. Г. Булатов ;

Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 134, [1] с. ил.

2. Веников, В. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем Учеб. для энерг. спец. вузов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1990. - 349 с. ил.

б) дополнительная литература:

1. Булатов, Б. Г. Методы интеллектуального управления энергосбережением в энергосистемах [Текст : непосредственный] учеб. пособие к лаб. работам для магистрантов направления "Электроэнергетика и электротехника" Б. Г. Булатов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы электроснабжения ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2020. - 64, [1] с. ил.

2. Булатов, Б. Г. Методы исследования операций в энергетике [Текст] учеб. пособие Б. Г. Булатов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Электр. станции, сети и системы ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 2007. - 104, [2] с. ил.

в) отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:

1. Электричество
2. Электрические станции
3. Энергетик
4. Известия вузов. Энергетика
5. Электротехника

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов в энергетике: Конспект лекций / Б.Г. Булатов, Д.В. Коробатов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 103 с.

2. Основы LabVIEW для исследования задач энергетике: Учебное пособие / Б.Г.Булатов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 135 с.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов в энергетике: Конспект лекций / Б.Г. Булатов, Д.В. Коробатов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2019. – 103 с.

2. Основы LabVIEW для исследования задач энергетике: Учебное пособие / Б.Г.Булатов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2020. – 135 с.

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Магазинникова, А. Л. Основы цифровой обработки сигналов : учебное пособие для вузов / А. Л. Магазинникова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 132 с. — ISBN 978-5-8114-9334-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/189508 (дата обращения: 14.01.2022).

Перечень используемого программного обеспечения:

1. PTC-MathCAD(бессрочно)
2. Math Works-MATLAB, Simulink R2014b(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФИПС(бессрочно)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№ ауд.	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары		Компьютерный класс с установленным программным обеспечением
Лекции		Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера