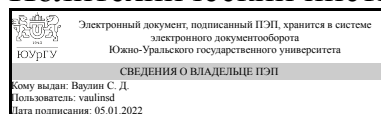


УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института  
Политехнический институт



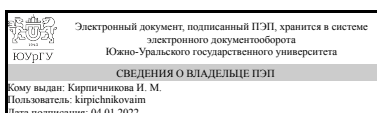
С. Д. Ваулин

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.04 Водородные установки  
для направления 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника  
уровень Магистратура  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Электрические станции, сети и системы электроснабжения

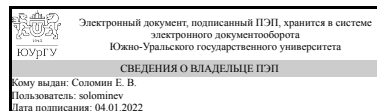
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, утверждённым приказом Минобрнауки от 28.02.2018 № 147

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



И. М. Кирпичникова

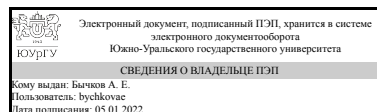
Разработчик программы,  
д.техн.н., профессор



Е. В. Соломин

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления  
к.техн.н.



А. Е. Бычков

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является подготовка выпускника, способного решать в определенном объеме технические вопросы и задачи, связанные с проектированием, изготовлением, внедрением, пусконаладкой, эксплуатацией и обслуживанием агрегатов на базе водородной энергетики. Задачи дисциплины: – изучить историю развития, мировые тенденции, состояние развития, ресурсы, достоинства и недостатки, классификацию и конструкции устройств водородной энергетики; – научить студентов разбираться в физике процессов и явлений, происходящих в устройствах водородной энергетики; – изучить основы проектирования и принципы изготовления устройств и эксплуатации водородной энергетики; – научить студента грамотно определять энергетический потенциал конкретной конструкции на основе водородной энергетики; – овладеть вопросами сопряжения энергогенерирующих агрегатов с устройствами водородной энергетики; – научить студента рассчитать экономическую эффективность использования устройств водородной энергетики; – научиться оформлять и подавать заявки на патентование; – уметь составлять технико-экономическое обоснование внедрения единичных устройств водородной энергетики.

## Краткое содержание дисциплины

Содержание дисциплины предусматривает изучение всего спектра известных устройств на основе водорода, принципов их действия и физических законов, на основе которых происходит преобразование водорода в различные формы энергии.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	Знает: Принципы работы устройств на основе водорода Умеет: Определять наиболее эффективные типы устройств на основе водорода в условиях конкретного региона Имеет практический опыт: Базовых расчетов устройств на основе водорода
ОПК-2 Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	Знает: Основы руководства объектом профессиональной деятельности Умеет: Распределять поручения по проектированию сегментов проекта Имеет практический опыт: Проектного руководства в области водородной энергетики

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
ФД.09 Применение программы Ansys для решения инженерных задач, ФД.03 Специальные вопросы оптимизации	ФД.02 Системы электроснабжения объектов особой категории надежности, ФД.10 Силовая полупроводниковая техника в

систем электроснабжения городов, ФД.08 Системы возбуждения синхронных генераторов	металлургии, 1.О.05 Управление проектами, ФД.06 Электромагнитная совместимость в электрических системах
--	---

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

Дисциплина	Требования
ФД.09 Применение программы Ansys для решения инженерных задач	Знает: Пакет программ Ansys и его функциональную базу Умеет: Моделировать посредством программы Ansys электромеханические узлы типовых промышленных устройств Имеет практический опыт: Работы с программным пакетом Ansys
ФД.08 Системы возбуждения синхронных генераторов	Знает: Схемы замещения элементов энергосистемы Умеет: Разрабатывать схемы замещения Имеет практический опыт: Анализа электромагнитных процессов в схемах
ФД.03 Специальные вопросы оптимизации систем электроснабжения городов	Знает: Постановку задачи оптимизации, ее классификацию и методы ее решения. Устройство систем электроснабжения городов и основные способы оптимизации этих систем Умеет: Использовать современное программное обеспечение для имитационного моделирования объектов СЭС и решения задач оптимизации Имеет практический опыт: Поиска информации в сети Интернет

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 з.е., 108 ч., 57,5 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	108	108
<i>Аудиторные занятия:</i>	48	48
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	16	16
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	50,5	50,5
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
подготовка к экзамену	23	23
самостоятельные исследования	19	19
курсовой проект	8,5	8.5

Консультации и промежуточная аттестация	9,5	9,5
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	экзамен, КР

## 5. Содержание дисциплины

№ раздела	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Устройство и принцип действия водородных установок	12	4	4	4
2	Сопряжение водородных установок с устройствами возобновляемой и альтернативной энергетики	12	4	4	4
3	Техника безопасности и проблемы внедрения водородных установок	12	4	4	4
4	Оптимизация водородных установок	12	4	4	4

### 5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Устройство и принцип действия водородных установок	4
2	2	Сопряжение водородных установок с устройствами возобновляемой и альтернативной энергетики	4
3	3	Техника безопасности и проблемы внедрения водородных установок	4
4	4	Оптимизация водородных установок	4

### 5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Устройство и принцип действия водородных установок	4
2	2	Сопряжение водородных установок с устройствами возобновляемой и альтернативной энергетики	4
3	3	Техника безопасности и проблемы внедрения водородных установок	4
4	4	Оптимизация водородных установок	4

### 5.3. Лабораторные работы

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание лабораторной работы	Кол-во часов
1	1	Устройство и принцип действия водородных установок	4
2	2	Сопряжение водородных установок с устройствами возобновляемой и альтернативной энергетики	4
3	3	Техника безопасности и проблемы внедрения водородных установок	4
4	4	Оптимизация водородных установок	4

### 5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС
----------------

Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
подготовка к экзамену	Соломин Е.В. Методология разработки ветроэнергетических установок	2	23
самостоятельные исследования	Твайделл. Возобновляемые источники энергии	2	19
курсовой проект	А. да Роза. Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основы	2	8,5

## 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	Учитывается в ПА
1	2	Промежуточная аттестация	Тест	-	5	Отлично 5: за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа Хорошо 4: за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя Удовлетворительно 3: за недостаточно полный и недостаточно развернутый	экзамен

					<p>ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции</p> <p>Неудовлетворительно 2: за ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, инженерная терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p>Неуд. 1: за отсутствие ответа.</p>	
2	2	Курсовая работа/проект	Контроль выполнения заданий	-	<p>0</p> <p>Отлично 5: за наличие курсового проекта, на защите за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по предмету демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа</p> <p>Хорошо 4: за наличие курсового проекта, на защите за полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием современной инженерной терминологии. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью</p>	кур-совые работы

					<p>преподавателя</p> <p>Удовлетворительно 3: за наличие курсового проекта, на защите за недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции</p> <p>Неудовлетворительно 2: за отсутствие или наличие курсового проекта, на защите за ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, инженерная терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.</p> <p>Неуд. 1: за отсутствие отчета.</p>	
--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Не предусмотрены

## 6.3. Оценочные материалы

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ	
		1	2
ОПК-1	Знает: Принципы работы устройств на основе водорода	+	
ОПК-1	Умеет: Определять наиболее эффективные типы устройств на основе водорода в условиях конкретного региона	+	
ОПК-1	Имеет практический опыт: Базовых расчетов устройств на основе водорода	+	
ОПК-2	Знает: Основы руководства объектом профессиональной деятельности		+
ОПК-2	Умеет: Распределять поручения по проектированию сегментов проекта		+
ОПК-2	Имеет практический опыт: Проектного руководства в области водородной энергетики		+

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. Елистратов, В. В. Использование возобновляемой энергии Текст учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 140400 "Техн. физика" В. В. Елистратов ; Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2010. - 224 с. ил.

### б) дополнительная литература:

1. Баскаков, А. П. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии Текст учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика и теплотехника" А. П. Баскаков, В. А. Мунц. - М.: БАСТЕТ, 2013. - 365, [1] с. ил.
2. Елистратов, В. В. Использование возобновляемой энергии Текст учеб. пособие для вузов по направлению подготовки 140400 "Техн. физика" В. В. Елистратов ; Санкт-Петербург. гос. политехн. ун-т. - СПб.: Издательство Политехнического университета, 2010. - 224 с. ил.

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

1. Альтернативная энергетика и экология
2. Малая энергетика
3. РЖ «Нетрадиционные возобновляемые источники энергии» М.: ВИНТИ
4. Электричество
5. Электрические станции
6. Энергетик
7. Известия вузов. Энергетика
8. «Электротехника» Реферативный журнал

### г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Кирпичникова, И.М. Энергосбережение в социальной сфере: Учебное пособие / И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин, А.С. Аникин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 46с.

### из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Кирпичникова, И.М. Энергосбережение в социальной сфере: Учебное пособие / И.М. Кирпичникова, Е.В. Соломин, А.С. Аникин. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2015. – 46с.

## Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Методические пособия для самостоятельной работы студента	eLIBRARY.RU	Патент № 2520482 С1 Российская Федерация, МПК С01В 3/38, С10К 3/02. Способ получения водорода и водород-метановой смеси : № 2012148149/05 : заявл. 13.11.2012 : опубл. 27.06.2014 / А. Я. Столяревский ; заявитель Федеральное государственное бюджетное учреждение "Национальный исследовательский центр "Курчатовский институт". <a href="https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37448798">https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37448798</a>



Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(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	444 (36)	Масштабированные модели ветроэнергетических установок, Компьютерный класс с установленным программным обеспечением
Лекции	444 (36)	Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера
Контроль самостоятельной работы	444 (36)	Мультимедийный комплекс: компьютер с выходом в глобальную сеть Internet, проектор, интерактивная доска, веб-камера
Лабораторные занятия	444 (36)	Учебно-исследовательский лабораторный комплекс по изучению параметров ветроэнергетической установки, Комплект учебных плакатов по возобновляемым источникам энергии, Карта Челябинской области со светодиодной индикацией солнечного и ветрового потенциала
Экзамен	444 (36)	Компьютерный класс с установленным программным обеспечением
Самостоятельная работа студента	444 (36)	Комплект учебных плакатов по возобновляемым источникам энергии