

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Аккумуляторы энергии**

Кафедра «Инженерная физика» факультета физического

**Образовательная программа**  
**13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль подготовки  
«Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии»

Уровень высшего образования  
бакалавриат

Форма обучения  
очная


Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала  
2019

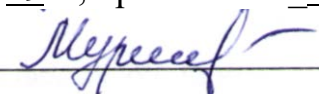
Рабочая программа дисциплины составлена в 2019 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата) от « 03 » сентября 2015 г. № 955.

Разработчик(и): Бабаев Б.Д. – д.т.н., профессор кафедры ИФ


Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры Инженерная физика от « 27 » 06 2019 г., протокол № 10

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от « 03 » 07 2019 г., протокол № 10.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением

« 02 » 09 2019 г. 

(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Аккумуляторы энергии входит в вариативную по выбору часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с повышением использования мощности системы и созданием резервов энергии, влиянием включения в энергосистему энергоаккумулирующих установок.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных - ОПК-3, профессиональных - ПК-6.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, практические занятия, самостоятельная работа студентов.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиума и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)	
	в том числе:									
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					КСР			консультации
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР				
3	72	34	16		18			38	зачет	

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Аккумуляторы энергии являются изучение повышения использования мощности системы и создание резервов энергии, влияния включения в энергосистему энергоаккумулирующих установок.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Аккумуляторы энергии входит в вариативную по выбору часть образовательной программы бакалавриата по направлению (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения) .

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-3	Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	<b>Знает:</b> методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей с включением энергоаккумулирующих устройств. <b>Умеет:</b> осуществлять расчет электрических цепей постоянного тока с аккумуляторами энергии, выбрать оптимальные типы аккумуляторов. <b>Владеет:</b> навыками использования специализированных прикладных компьютерных программ для расчета электрических цепей с аккумулятированием энергии.
ПК-6	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	<b>Знает:</b> режимы работы энергетических установок, и потребления энергии потребителями. <b>Умеет:</b> определять оптимальный состав оборудования энергетических объектов с тепловыми и электрическими аккумуляторами и его параметры. <b>Владеет:</b> навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных про-

		грамм, предназначенных для расчета режимов работы энергетических установок на основе возобновляемых источников.
--	--	---

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетных единиц, 72 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.		
<b>Модуль I. Задачи и виды аккумуляирования энергии. Электрохимические аккумулярующие устройства</b>									
1	Введение. Задачи и виды аккумуляирования энергии	3		2	2			2	Текущий контроль: коллоквиум (3 семестр) Промежуточная аттестация: зачет (3 семестр)
2	Гальванические элементы. Виды и системы гальванических элементов. Особенности конструкций и физико-химические процессы при их работе.	3		2	2			4	
3	Кислотные аккумуляторы, устройство и электрохимические процессы, протекающие в них при зарядке и разрядке. Определение емкости. Приготовление	3		2	2			4	

	электролита.							
4	Щелочные аккумуляторы, их виды. Устройство щелочных аккумуляторов и электрохимические процессы при зарядке и разрядке их. Определение емкости. Приготовление электролита. Методы зарядки и контроля электрохимических аккумуляторов.	3		2	2			4
5	Тепловые химические источники тока. Устройство и принцип их работы.	3		1	1			4
	<i>Итого по модулю I:</i>			9	9			18
<b>Модуль II.</b> Механические энергоаккумулирующие устройства. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Способы аккумуляции тепла и холода. Фазопереходные и термохимические теплоаккумуляторы. Аккумуляция энергии в биомассе. Конденсаторные и индуктивные аккумуляторы.								
1	Статические и динамические механические энергоаккумулирующие устройства. Маховики. Перспективы использования в большой энергетике. Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС).	3		2	2			4
2	Физико-	3		2	2			4

	химические основы использования емкостных, фазопереходных и термохимических теплоаккумулирующих материалов (ТАМ). Методы разработки ТАМ. Экспериментальные методы разработки.							
3	Аккумуляция энергии в биомассе. Фотосинтез как процесс аккумуляции солнечной энергии. Биотоплива.	3		1	2			5
4	Конденсаторные и индуктивные аккумуляторы. Комплексное использование разных типов энергоаккумулирующих устройств.	3		2	3			7
	<i>Итого по модулю 2:</i>			7	9			20
	<b>ИТОГО:</b>			16	18			38

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### **Основные разделы**

Кислотные и щелочные аккумуляторы, устройство и электрохимические процессы, протекающие в них при зарядке и разрядке. Определение емкости. Приготовление кислотного электролита и методы их зарядки и контроля.

Гальванические элементы. Виды и системы гальванических элементов. Особенности конструкций и физико-химические процессы при их работе.

Статические и динамические механические энергоаккумулирующие устройства. Маховики. Перспективы использования в большой энергетике.

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС). Схемы гидроаккумулирования. Расчет емкостей бассейнов для аккумулирования.

Физико-химические основы использования емкостных, фазопереходных и термохимических теплоаккумулирующих материалов. Аккумулирование энергии в биомассе. Фотосинтез как процесс аккумулирования солнечной энергии. Определение энергоемкости теплоаккумулирующих устройств.

Конденсаторные и индуктивные аккумуляторы. Преимущества комплексного использования разных типов энергоаккумулирующих устройств.

#### **4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине. Темы практических и/или семинарских занятий**

№	Содержание темы	Количество часов	Литература
1	Основные принципы расчета характеристик энергоаккумулирующих устройств.	2	
2	Расчет удельной энергоемкости и расхода реагентов кислотных аккумуляторов.	2	
3	Расчет удельной энергоемкости и расхода реагентов щелочных аккумуляторов.	2	
4	Расчет разности потенциалов для различных электрохимических систем по уравнению Нернста	2	(1,2,12,13)
5	Расчет разности потенциалов для концентрационных гальванических элементов.	2	(4,5)
6	Расчет необходимого объема резервуара для аккумулирования энергии в гидроаккумулирующих электростанциях.	2	(8)
7	Исследования многокомпонентных систем с целью разработки фазопереходных теплоаккумулирующих материалов.	2	(6,12,13)
8	Расчет энергоемкости фазопереходных теплоаккумулирующих материалов.	2	(6,12,13)
9	Преобразование и аккумулирование солнечной энергии при помощи термохимических реакций	2	(14-17)
	<b>ИТОГО:</b>	<b>18</b>	

## **5. Образовательные технологии**

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской.

Применяются активные и интерактивные формы проведения занятий (компьютерные симуляции, разбор конкретных ситуаций).



По всему лекционному материалу подготовлен конспект лекций в электронной форме и на бумажном носителе, большая часть теоретического материала излагается с применением слайдов (презентаций) в программе **Power Point**, а также с использованием интерактивных досок.

Учебно-методический комплекс по дисциплине (модулю) размещен на Образовательном сервере Даггосуниверситета (<http://edu.icc.dgu.ru>), к которым студенты имеют свободный доступ.

## 6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

Самостоятельная работа студентов реализуется в виде:

- подготовки к контрольным работам;
- подготовки к семинарским занятиям;
- выполнения индивидуальных заданий по основным темам дисциплины;
- написание рефератов по проблемам аккумуляции энергии.

## 7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код и наименование компетенции из ФГОС ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-3 Способность использовать методы анализа и моделирования электрических цепей		<p><b>Знает:</b> методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей с включением энергоаккумулирующих устройств.</p> <p><b>Умеет:</b> осуществлять расчет электрических цепей постоянного тока с аккумуляторами энергии, выбрать оптимальные типы аккумуляторов.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками ис-</p>	Устный опрос

		пользования специализированных прикладных компьютерных программ для расчета электрических цепей с аккумулярованием энергии.	
ПК-6 Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности		<p><b>Знает:</b> режимы работы энергетических установок, и потребления энергии потребителями.</p> <p><b>Умеет:</b> определять оптимальный состав оборудования энергетических объектов с тепловыми и электрическими аккумуляторами и его параметры.</p> <p><b>Владеет:</b> навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы энергетических установок на основе возобновляемых источников.</p>	Письменный опрос

## 7.2. Типовые контрольные задания

### *Контрольные вопросы к модулю I*

1. Какие устройства называются энергоаккумулирующими?
2. Какие способы аккумулярования энергии существуют?
3. Какое устройство называется гальваническим элементом?
4. Как возникает двойной электрический слой и скачок потенциала на границе двух фаз?
5. Какой потенциал называется равновесным, стандартным?
6. Устройство и принцип работы водородного электрода?
7. Как можно измерить потенциал электрода?
8. Напишите и объясните уравнение Нернста для электродвижущей силы гальванического элемента.

9. Какой гальванический элемент называется концентрационным?
10. Основное отличие аккумуляторов от гальванических элементов
11. Устройство кислотного аккумулятора.
12. Химические процессы, протекающие при зарядке и разрядке кислотного аккумулятора.
13. Виды щелочных аккумуляторов.
14. Устройство никель-кадмиевого аккумулятора.
15. Химические процессы, протекающие при зарядке и разрядке никель-кадмиевого аккумулятора.
16. Какие способы зарядки аккумуляторов Вы знаете?
17. Преимущества и недостатки зарядки аккумуляторов током постоянной величины.
18. Почему заряд щелочных аккумуляторов производится с открытой крышкой и отвернутыми пробками?
19. Когда считается законченным заряд аккумулятора трехступенчатым способом?
20. Изменяется ли плотность электролита в щелочных аккумуляторах по мере ее разрядки?
21. Как устроены тепловые химические источники тока (ТХИТ)?
22. В чем заключается принцип работы ТХИТ.
23. Как определяется КПД аккумулятора?

### *Контрольные вопросы к модулю II*

1. Какие существуют способы аккумуляции тепла?
2. На какие классы делятся теплоаккумулирующие материалы?
3. Дайте определение физико-химической системе.
4. Какие теплоаккумулирующие материалы называются термохимическими?
5. Какие вещества называются аккумуляторами холода?
6. Чем отличается гомогенная система от гетерогенной?
7. Какой фазовый переход называется сублимацией?
8. Из каких теплот состоит теплота аккумуляции сублимирующимся материалом?
9. Закон Дюлонга и Пти.
10. Закон Неймана и Коппа.
11. Какие устройства называются маховиками?
12. За счет чего происходит накопление энергии в статических механических энергоаккумулирующих устройствах?
13. Преимущества и недостатки механических аккумуляторов.
14. Объясните принцип работы тепловой трубы
15. Как можно аккумулировать электроэнергию без преобразования ее в другой вид энергии?
16. Определение энергии аккумулируемой в индуктивных аккумуляторах

17. Определение энергии аккумулируемой в емкостных аккумуляторах
18. Преимущества и недостатки индуктивных и емкостных аккумуляторов.
19. Сущность процесса фотосинтеза (аккумулирования в биомассе)
20. Преимущества комбинированного использования разных энергоаккумулирующих установок.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50 % и промежуточного контроля - 50 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 20 баллов,
- участие на практических занятиях - 60 баллов,
- выполнение лабораторных заданий -      баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 20 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 30 баллов,
- тестирование - 10 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

а) основная литература:

1. Бабаев, Б.Д. Энергоаккумулирующие установки [Текст]: [учеб. пособие] / Б. Д. Бабаев ; В.Н.Данилин; М-во образования РФ, Дагест. гос. ун-т. - Махачкала : ИПЦ ДГУ, 2002. - 197 с.
2. Накопители энергии [Текст]: учеб. пособие для вузов / Д.А.Бут, Б.Л.Алиевский, С.Р.Мизюрин и др.; под ред. Д.А.Бута. - М. : Энергоатомиздат, 1991. - 400 с.
3. Казарян В.А. Подземные аккумуляторы энергоносителей в энергетике [Электронный ресурс] / В.А. Казарян. — Электрон. текстовые данные. — Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2013. — 320 с. — 978-5-4344-0106-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28908.html> (дата обращения: 03.10.2018)

б) дополнительная литература:

1. Синюгин, В.Ю. Гидроаккумулирующие электростанции в современной электроэнергетике [Текст]/ В. Ю. Синюгин ; Синюгин В. Ю. - М. : ЭНАС, 2008. - 352 с.
2. Иванов В.Л. Приемники и аккумуляторы теплового излучения Солнца [Электронный ресурс] : учебное пособие по курсам «Источники, концен-

траторы, приемники энергии», «Теплообменные аппараты» / В.Л. Иванов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2007. — 68 с. — 5-7038-2937-2. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31165.html> (дата обращения: 03.10.2018)

3. Ольховский, Г.Г. Воздушно-аккумулирующие газотурбинные электростанции (ВАГТЭ) / Г.Г. Ольховский, В.А. Казарян, А.Я. Столяревский. - Москва ; Ижевск : Ижевский институт компьютерных исследований, 2011. - 358 с. - ISBN 978-5-4344-0001-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=468370> (05.10.2018)

## **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. eLIBRARY.RU[Электронный ресурс]: электронная библиотека / Науч. электрон. б-ка. — Москва, 1999 – . Режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp> (дата обращения: 01.09.2018). – Яз. рус., англ.
2. Moodle[Электронный ресурс]: система виртуального обучением: [база данных] / Даг. гос. ун-т. – Махачкала, г. – Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. – URL: <http://moodle.dgu.ru/> (дата обращения: 22.09.2018).
3. Электронный каталог НБ ДГУ [Электронный ресурс]: база данных содержит сведения о всех видах лит, поступающих в фонд НБ ДГУ/Дагестанский гос. ун-т. – Махачкала, 2010 – Режим доступа: <http://elib.dgu.ru>, свободный (дата обращения: 21.09.2018).
4. ЭБС IPRbooks:<http://www.iprbookshop.ru/>  
Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт с с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке (доступ будет продлен).
5. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
6. **Springer**. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанному ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com>. Доступ предоставлен на неограниченный срок.
7. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru>

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.**

Методические указания студентам должны раскрывать рекомендуемый режим и характер учебной работы по изучаемому курсу и практическому применению изученного материала, по выполнению заданий для самостоятельной работы. Методические указания не должны подменять учебную литературу, а должны мотивировать студента к самостоятельной работе.

Перечень учебно-методических изданий, рекомендуемых студентам, для подготовки к занятиям представлен в разделе «Учебно-методическое

обеспечение. Литература»

**Лекционный курс.** Лекция является основной формой обучения в ВУЗе. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов.

Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения аккумуляирования энергии особое значение имеют материалы и схемы аккумуляирования, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все схемы, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникающие у студентов в ходе лекции, рекомендуются задавать после окончания лекции.

Студенту необходимо активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий, подготовке к семинарским занятиям.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

1. Федеральный центр образовательного законодательства.

<http://www.lexed.ru>

2. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru/>

3. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой. При изложении теоретического материала используется лекционный зал, оснащенный мультимедиа проекционным оборудованием и интерактивной доской (Ауд. № 1-2).