

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение выс-  
шего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

*Физический факультет*

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Режимы использования установок нетрадиционной и возобновляемой  
энергетики

Кафедра «Инженерная физика» факультета физического

Образовательная программа  
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль) подготовки  
«Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии»

Уровень высшего образования  
магистратура

Форма обучения  
очная, очно-заочная


Статус дисциплины: входит в часть ОПОП, формируемую участниками  
образовательных отношений (Б1.В.01.05)

Махачкала  
2021

Рабочая программа дисциплины «Режимы использования установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики» составлена в 2021 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (уровень магистратуры) от «28» февраля 2018 г. № 147.

Разработчик(и): д.т.н., профессор кафедры Инженерная физика  
Бабаев Б. Д.

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры инженерной физики от «29» июня 2021 г., протокол №10

Зав. кафедрой  Садыков С.А.

на заседании Методической комиссии физического факультета от «30» июня 2021 г., протокол №10.

Председатель  Мурлиева Ж.Х.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «09» июля 2021 г.

Начальник УМУ  Гасангаджиева А.Г.  
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина Режимы использования установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы магистратуры по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с развитием компетенций в области понимания режимных свойств объектов электроэнергетики и использования их при управлении, эксплуатации, проектировании установок на основе возобновляемых источников энергии.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК- 1, профессиональных – ПК-1.2, ПК-2.1.

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, контрольной работы, расчетно-графического задания и промежуточный контроль в форме дифференцированного зачета.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, в том числе в академических часах по видам учебных занятий

### Объем дисциплины в очной форме

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
1	180	70	18		52			110	дифференцированный зачет

### Объем дисциплины в очно-заочной форме

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем					СРС, в том числе экзамен		
		всего	из них						
			Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации		
1	180	36	10		26			144	дифференцированный зачет

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Режимы использования установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики являются развитие компетенций в области понимания режимных свойств объектов электроэнергетики и использования их при управлении, эксплуатации, проектировании установок на основе возобновляемых источников энергии.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина Режимы использования установок нетрадиционной и возобновляемой энергетики входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы магистратуры по направлению 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника.

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

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-1. Способен формулировать цели и задачи исследования, выявлять приоритеты решения задач, выбирать критерии оценки	ОПК-1.1. Формулирует цели и задачи исследования.	<b>Знает:</b> типовые процедуры формулирования целей и задач проблемно-ориентированных прикладных программных средств в сфере профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> генерировать новые цели и задачи исследований, ориентированных на решение инженерных задач с использованием современных информационных и компьютерных технологий, средств коммуникаций. <b>Владеет:</b> навыками предложений новых подходов, целей и задач решения инженерных задач с использованием современных информационных технологий.	Устный опрос
	ОПК-1.2. Определяет последовательность решения задач.	<b>Знает:</b> - основные понятия, идеи, методы, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области электроэнергетики и электротехники; - новые методологические подходы к решению задач в области профессиональной деятельности. <b>Умеет:</b> реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.	

		<p><b>Владеет:</b> навыками реализовать и совершенствовать новые методы, идеи, подходы и алгоритмы решения теоретических и прикладных задач в области профессиональной деятельности.</p>	
	ОПК-1.3. Формулирует критерии принятия решения.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основы качественного и количественного анализа методов решения выявленной проблемы;</li> <li>- критерии оценки работы электрооборудования и принятие решений.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать метод решения выявленной проблемы, проводить его качественный и количественный анализ согласно принятым критериям;</li> <li>- вносить необходимые коррективы для достижения оптимального результата работы электрооборудования.</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками проводить качественный и количественный анализ на основе выбранных критериев;</li> <li>- методами решения выявленных проблем и оценки эффективности выбранного решения.</li> </ul>	
ПК-1. Способен планировать и осуществлять контроль выполнения водно-энергетического режима работы ГЭС/ ГАЭС	ПК-1.2. Способен проводить расчеты водно-энергетического режима работы ГЭС/ ГАЭС.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- нормативные документы по вопросам регулирования водных отношений;</li> <li>- правила использования водных ресурсов водохранилища;</li> <li>- гидрологические характеристики водохранилища ГЭС/ГАЭС, режимы использования водных ресурсов водохранилища;</li> <li>- основы инженерной гидравлики, инженерной гидрологии, гидроэнергетики, нетрадиционной и возобновляемой энергетики, гидротехнические сооружения и гидравлические машины;</li> <li>- основные принципы охраны окружающей среды и методы рационального природопользования;</li> <li>- систему измерений и учета основных водно-энергетических показателей ГЭС/ ГАЭС;</li> <li>- теоретические основы электротехники;</li> <li>- основные технологические процессы производства электроэнергии, режимы производства, электрическую схему станции;</li> <li>- основы гидроэнергетики, электрические станции и подстанции;</li> <li>- электрическую часть ГЭС/ ГАЭС, основное и вспомогатель-</li> </ul>	Устный опрос

		<p>ное оборудование ГЭС/ ГАЭС;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- требования промышленной безопасности и охраны труда;</li> <li>- организационно-распорядительные, нормативные, методические документы по вопросам разработки и ведения водно-энергетических режимов, выполнения технических и технико-экономических расчетов;</li> <li>- методы расчетов и разработки водно-энергетических режимов, схему расчетных моделей и методики расчетов по ним;</li> <li>- режимы пропуска воды через водопропускные сооружения ГЭС/ ГАЭС;</li> <li>- схему построения автоматизированных систем управления (далее АСУ), правила эксплуатации программно-технических средств АСУ, вычислительной техники.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять расчеты водохозяйственных и водно-энергетических режимов гидроэнергетических установок с водохранилищами разного вида регулирования речного стока;</li> <li>- выполнять типовые расчеты в области гидромеханики и гидравлики;</li> <li>- учитывать изменение состояния оборудования при расчете водно-энергетического режима работы гидроэнергетических объектов;</li> <li>- использовать данные расчетов при разработке проектов режимных указаний и решении других вопросов режимного характера;</li> <li>- составлять оперативные графики прогнозируемой нагрузки, расчетные значения оптимальных и допустимых нагрузок;</li> <li>- использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области;</li> <li>- использовать в работе нормативную и техническую документацию, анализировать научно-техническую информацию.</li> </ul> <p><b>Владет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками анализа полученной гидрометеорологической информации и построения гидрографа притока на краткосрочную перспективу;</li> <li>- навыками расчета сезонных и технических ограничений мощности;</li> <li>- навыками определения располагаемой (рабочей) мощности с</li> </ul>	
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

		<p>разбивкой по агрегатам в разрезе суток;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками расчета оптимального водно-энергетического режима станции/ каскада станций;</li> <li>- навыками формирования заявляемого диспетчерского графика нагрузки;</li> <li>- навыками расчета, подготовки решений на изменение режима через водосбросные сооружения, водосливную плотину и донные водосбросы.</li> </ul>	
ПК-2. Способен управлять деятельностью по ремонтам ЭТО ГЭС/ ГАЭС	ПК-2.1. Способен осуществлять организацию работы подразделения по ремонту ЭТО ГЭС/ ГАЭС.	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- назначение, конструкцию, технические характеристики, конструктивные особенности, принципы работы и правила технической эксплуатации ЭТО, установленного на ГЭС;</li> <li>- систему планово-предупредительного ремонта, рациональной эксплуатации ЭТО;</li> <li>- нормативные и методические материалы по организации ремонтов и технического обслуживания ЭТО сооружений ГЭС;</li> <li>- основы технологического процесса производства электрической энергии и мощности;</li> <li>- основные технологические и электрические схемы ГЭС;</li> <li>- схемы, конструктивное выполнение электрических машин постоянного тока ремонтируемых серий;</li> <li>- правила оформления технической документации;</li> <li>- правила технической эксплуатации электростанций и сетей;</li> <li>- правила устройства электроустановок;</li> <li>- современные технологии и оборудование в гидроэнергетике, тенденции и перспективы их развития;</li> <li>- основы гидротехники, гидравлики, механики, электротехники;</li> <li>- методы энергосбережения и энергоэффективности;</li> <li>- основы сметного дела, методики сметного планирования для электроэнергетики;</li> <li>- нормы численности работников и производственных мощностей для выполнения ремонта оборудования;</li> <li>- технологию производства ремонтных работ ЭТО;</li> <li>- стандарты по испытаниям оборудования, пуску и наладке оборудования;</li> </ul>	Письменный опрос

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- правила применения и испытательных средств защиты, используемых в электроустановках;</li> <li>- порядок сдачи-приемки выполняемых ремонтных работ ЭТО;</li> <li>- методику оценки качества ремонта энергетического оборудования;</li> <li>- нормативные, методические документы по вопросам, касающимся деятельности подразделения;</li> <li>- нормативные правовые акты, определяющие направления развития электроэнергетики;</li> <li>- правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики;</li> <li>- методы защиты производственного персонала и населения от последствий возможных аварий, стихийных бедствий;</li> <li>- основы экономики и организации производства в гидроэнергетике.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать информацию для оценки состояния оборудования;</li> <li>- определять причины неисправностей и отказов ЭТО;</li> <li>- использовать технические средства для измерения основных параметров работы оборудования;</li> <li>- применять навыки деловой переписки;</li> <li>- использовать сетевые компьютерные технологии, базы данных и пакеты прикладных программ в своей предметной области;</li> <li>- рассчитывать объемы и сроки проведения ремонта ЭТО;</li> <li>- составлять и читать конструкторскую документацию, рабочие чертежи, электрические схемы;</li> <li>- оформлять техническую и отчетную документацию по эксплуатации, ремонтам ЭТО;</li> <li>- проводить испытания оборудования;</li> <li>- организовывать профилактические осмотры оборудования;</li> <li>- принимать технические решения по составу ремонтных работ;</li> <li>- контролировать технические параметры работающего оборудования;</li> <li>- планировать производственную деятельность, ремонты оборудования;</li> <li>- организовывать деятельность по ремонту оборудования;</li> <li>- обосновывать принятые технические решения;</li> </ul>	
--	--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--



		- вести переговоры; - принимать решения в условиях неопределенности и быстрой смены задач. <b>Владеет:</b> - навыками подготовки текущих и перспективных планов работы подразделения, графиков выполнения отдельных работ или мероприятий по ремонту ЭТО; - навыками формирования необходимой отчетности по подразделению; - навыками определения должностных лиц, ответственных за организацию безопасного производства; - навыками анализа текущей ситуации и разработки планов мероприятий по повышению надежности и модернизации оборудования; - навыками выполнения трудовых функций подчиненных работников при необходимости.	
--	--	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

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

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетные единицы, 180 академических часов.

4.2. Структура дисциплины.

4.2.1. Структура дисциплины в очной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по моду- лям	Семестр	Виды учебной работы, вклю- чая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемо- сти и промежуточ- ной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятель- ная работа в т.ч. экзамен	
	Модуль I. Энергетические режимы работы энергоустановок. Графики нагрузок энергосистем. Анализирующая кривая							
1	Объединение энергоисточников и потребителей. Основные достоинства и недостатки объединений.	1	2	4			4	Текущий контроль: коллоквиум (1 семестр), контрольная работа (1 семестр), расчетно-графическое задание (1 семестр) Промежуточная аттестация: диф-
2	Графики нагрузок энергосистем. Ана-	1	2	6			4	

	лизирующая кривая.							ференцированный зачет (1 семестр)
3	Энергетические режимы работы энергоустановок. Аварийные режимы работы энергоустановок.	1	2	6			6	
	<i>Итого по модулю 1:</i>		6	16			14	
<b>Модуль II. Методы расчета и оптимизации режимов работы солнечных, ветровых и ГЭС</b>								
4	Методы расчета и оптимизации режимов работы солнечных электростанций при работе автономно и в энергообъединении.	1	2	6			10	
5	Режимы работы энергоустановок на основе ВИЭ. Методы расчета и оптимизации режимов работы солнечных электростанций при ветровых и ГЭС	1	2	6			10	
	<i>Итого по модулю 2:</i>		4	12			20	
<b>Модуль III. Оптимизация режимов работы энергосистем на основе ВИЭ</b>								
6	Оптимизация режимов гидроаккумулирующих, приливных и волновых гидроэлектростанций. Примеры расчета.	1	2	6			10	
7	Режимы энергоустановок по показателям надежности и безопасности их работы.	1	2	6			10	
	<i>Итого по модулю 3:</i>		4	12			20	
<b>Модуль IV. Планирование режимов работы гидроэнергетических систем</b>								

8	Планирование режимов работы гидроаккумулирующих электростанций. Примеры расчета.	1	1	1			10	
9	Планирование режимов работы приливных и волновых гидроэлектростанций. Примеры расчета.	1	1	1			10	
10	Примеры расчета режимов работы гидравлических электростанций.	1		4			8	
	<i>Итого по модулю 4:</i>		2	6			28	
<b>Модуль V. Планирование режимов работы энергосистем на основе ВИЭ в условиях рынка</b>								
11	Планирование режима работы солнечных электростанций в условиях рынка электроэнергетики и мощности.	1	1	3			14	
12	Планирование режима работы энергоустановок на основе ВИЭ в условиях рынка ДПМ.	1	1	3			14	
	<i>Итого по модулю 5:</i>		2	6			28	
	<b>ИТОГО:</b>		18	52			110	

#### 4.2.2. Структура дисциплины в очно-заочной форме

№ п/п	Разделы и темы дисциплины по модулям	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	...	Самостоятельная работа в т.ч. экзамен	

	<b>Модуль I. Энергетические режимы работы энергоустановок. Графики нагрузок энергосистем. Анализирующая кривая</b>							
1	Объединение энергоисточников и потребителей. Основные достоинства и недостатки объединений.	1	2	2			8	Текущий контроль: коллоквиум (1 семестр), контрольная работа (1 семестр), расчетно-графическое задание (1 семестр) Промежуточная аттестация: дифференцированный зачет (1 семестр)
2	Графики нагрузок энергосистем. Анализирующая кривая.	1		4			10	
3	Энергетические режимы работы энергоустановок. Аварийные режимы работы энергоустановок.	1		2			8	
	<i>Итого по модулю 1:</i>		2	8			26	
	<b>Модуль II. Методы расчета и оптимизации режимов работы солнечных, ветровых и ГЭС</b>							
4	Методы расчета и оптимизации режимов работы солнечных электростанций при работе автономно и в энергообъединении.	1	2	4			12	
5	Режимы работы энергоустановок на основе ВИЭ. Методы расчета и оптимизации режимов работы солнечных электростанций при ветровых и ГЭС	1		4			14	
	<i>Итого по модулю 2:</i>		2	8			26	
	<b>Модуль III. Оптимизация режимов работы энергосистем на основе ВИЭ</b>							
6	Оптимизация режимов гидроаккумулирующих, приливных и волновых гидроэлектростанций.	1	2	2			14	

	Примеры расчета.							
7	Режимы энергоустановок по показателям надежности и безопасности их работы.	1		4			14	
	<i>Итого по модулю 3:</i>		2	6			28	
	<b>Модуль IV. Планирование режимов работы гидроэнергетических систем</b>							
8	Планирование режимов гидроаккумулирующих, приливных и волновых гидроэлектростанций. Примеры расчета.	1	2	2			32	
	<i>Итого по модулю 4:</i>		2	2			32	
	<b>Модуль V. Планирование режимов работы энергосистем на основе ВИЭ в условиях рынка</b>							
9	Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности.	1	2	2			32	
	<i>Итого по модулю 5:</i>		2	2			32	
	ИТОГО:		10	26			144	

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

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

##### Основные разделы

1. Объединение энергоисточников и потребителей. Основные достоинства и недостатки объединений.

Этапы развития единой электроэнергетической системы (ЕЭС) России. Основные достоинства и недостатки объединения энергогенерирующих установок в единую энергосистему. Взаимопомощь энергоисточников в случае неодинаковых сезонных изменений мощности электростанций, изменений нагрузки и при проведении ремонтных работ.

2. Графики нагрузок энергосистем. Анализирующая кривая

Составления суточных (летних и зимних) графиков электрических нагрузок. График ремонтов разных источников энергии. Принципы построения анализирующей кривой. Метод графических расчётов (метод площадей). Пример

расчёта. Использование метода математического программирования и пакета прикладных программ в решении задач оптимизации режимов.

### *3. Энергетические режимы работы энергоустановок. Аварийные режимы работы энергоустановок*

Виды режимов (нормальные, аварийные, пред- и после аварийные), режимы потребления, передачи и генерации электроэнергии, параметры режима. Нормальные и аварийные режимы работы энергоустановок. Параметры, характеризующие режимы разных видов. Управления режимами. Критерии качества режима. Аварийные режимы. Динамическая устойчивость режимов параллельной работы.

### *4. Методы расчета и оптимизации режимов работы солнечных электростанций при работе автономно и в энергообъединении.*

Роль установок на основе ВИЭ в оптимизации режимов работы установок. Режим по энергетическим показателям работы электростанций. Режимы по показателям статистических данных энергетических ресурсов. Совместимость режимов, определяемых по различным показателям (по мощности и выработке электроэнергии).

### *5. Режимы работы энергоустановок на основе ВИЭ. Методы расчета и оптимизации режимов работы солнечных электростанций при ветровых и ГЭС.*

Режимы водохранилища ГЭУ по различным показателям. Особенности режимов для различных масштабов времени их рассмотрения (анализа, планирования, управления). Зависимость от степени определенности располагаемой информации по ресурсам ВИЭ.

### *6. Оптимизация режимов гидроаккумулирующих, приливных и волновых гидроэлектростанций. Примеры расчета.*

Особенности режимов установок на основе гидроаккумулирующих, приливных и волновых гидроэлектростанций. Методы согласования режимов установок на основе гидроаккумулирующих, приливных и волновых гидроэлектростанций с режимов других энергетических установок электроэнергетической системы. Критерии оптимизации режима для планирования на различные интервалы времени.

### *7. Режимы энергоустановок по показателям надежности и безопасности их работы.*

Режимы энергоустановок по показателям надежности и безопасности их работы. Особенности оценки вибрационных и температурных режимов, техническая диагностика состояния оборудования и сооружений энергоустановок и электростанций.

### *8 - 12. Планирование режима работы электроэнергетических систем в условиях рынка электроэнергии и мощности*

Структура рынка электроэнергии и мощности, этапы развития и особенности управления. Учет режимов энергоустановок и линий электропередачи при заключении договоров на поставку электроэнергии и мощности. Коммерческая диспетчеризация.

#### **4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине.**

*Планы практических (семинарских) занятий*

- Расчет показателей режима ГЭУ.
- Расчет показателей режима ВЭУ.
- Расчет показателей режима СЭУ.
- Методы оптимизации режима водохранилищ ГЭУ.
- Алгоритм задачи оптимизации режима работы солнечной и ветровой ЭС.
- Анализ результатов оптимизации режима комбинированного использования энергосистем на основе ВИЭ.

#### **4.3.3. Содержание лабораторных занятий по дисциплине.**

По учебному плану лабораторных занятий не предусмотрено.

### **5. Образовательные технологии**

Активные и интерактивные формы, лекции, практические занятия, контрольные работы, коллоквиумы, расчетно-графическое задание, дифференцированный зачет, компьютеры.

*Лекционные занятия* проводятся в форме проблемных семинаров с использованием презентаций и видео материалов. В ходе занятий обсуждаются пути решения поставленных проблем с использованием теоретического материала, преподнесенного в начале каждого раздела курса.

*Практические занятия* проводятся в виде дискуссии по обсуждаемой теме, в ходе которой вырабатываются умения применения полученных знаний на практике при разборе конкретных ситуаций.

*Самостоятельная работа* включает выполнение домашних заданий, подготовку к контрольным работам, посещение выставок и конференций, выполнение и оформление индивидуального расчетного задания, подготовку его презентации к защите, подготовку к зачету.

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

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 **PowerPoint**, а также с использованием интерактивных досок.

Обучающие и контролирующие модули внедрены в учебный процесс и размещены 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 расчетно-графических заданий по основным темам дисциплины.

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

### **712. Типовые контрольные задания**

#### ***Расчетно-графические задания***

1. Оптимизация режима водохранилища ГЭС длительного регулирования стока реки методом динамического программирования.
2. Расчет показателей режима ГЭУ.
3. Расчет показателей режима ВЭУ.
4. Расчет показателей режима СЭУ.
5. Методы оптимизации режима водохранилищ ГЭУ.
6. Алгоритм задачи оптимизации режима работы солнечной и ветровой ЭС.
7. Анализ результатов оптимизации режима комбинированного использования энергосистем на основе ВИЭ.

#### ***Критерии оценки:***

- оценка «отлично» выставляется студенту, если расчетно-графическое задание выполнено точно, аккуратно, без ошибок и отвечает на более 86 % вопросов;
- оценка «хорошо», если расчетно-графическое задание выполнено без ошибок и отвечает от 66 % до 85 % вопросов;
- оценка «удовлетворительно», если расчетно-графическое задание выполнено без ошибок и отвечает от 51 % до 65 % вопросов;
- оценка «неудовлетворительно», если расчетно-графическое задание не выполнено или выполнено с ошибками и отвечает менее 51 % вопросов.

### ***Комплект заданий для контрольной работы***

#### ***Комплект задания № 1***

1. Графики нагрузки объединений энергопотребителей и их покрытие электростанциями различного типа.
2. Энергетические характеристики электростанций [подведенная, преобразованная мощности, потери, КПД удельные расходы подведенной энергии на 1 кВт мощности]. Установленная мощность, располагаемая мощность электростанции.
3. Способы аккумулирования. Режимы работы энергоаккумуляторов.

#### ***Комплект задания № 2***

1. Качество электроэнергии. Ущерб от некачественной энергии. Меры обеспечения.
2. Особенности режимов каскадов электростанций.
3. Динамическая устойчивость режимов параллельной работы энергоисточников. Меры обеспечения.

#### ***Комплект задания № 3***



1. Ущерб потребителю от колебания напряжения. Способы регулирования напряжения.
2. Аварийные режимы агрегатов ГЭС. Меры борьбы с угоном ротора и гидроударом в напорных водоводах.
3. Влияние теплового аккумуляирования на режим эксплуатации ССТ, оптимизация режимов генерации тепловой энергии от Солнца.

*Комплект задания № 4*

1. Графики нагрузок теплопотребителей, методика их составления.
2. Режимы работы НВИЭ (автономная и параллельная с другими энергоисточниками). Их особенности.
3. Влияние ЭА на режим эксплуатации ЭС, их характеристики и расчет энергоаккумуляирования.

*Комплект задания № 5*

1. Эксплуатация ГЭС в паводковые и в маловодные периоды. Виды ограничений мощности агрегата ГЭС.
2. Виды резерва мощности в ЭЭС. Их величины.
3. Механическое аккумуляирование и их влияние на режим эксплуатации ЭС.

*Комплект задания № 6*

1. Назначение и роль диспетчерского управления в ЭЭС.
2. Автоматика повышения надежности режимов работы энергообъединений (АВР, АРВ, АПВ, АЧР, АУМ, ОГ, ДС).
3. Общие вопросы эксплуатации ветровых энергоустановок. Виды ограничений мощности разных конструкций ВЭУ.

*Комплект задания № 7*

1. Регулирование частоты и мощности в ЭЭС.
2. Общие вопросы эксплуатации солнечных энергоустановок. Виды ограничений мощности разных конструкций СЭУ.
3. Режимы регулирования теплопотребления. Преимущества и недостатки существующих систем регулирования.

*Комплект задания № 8*

1. Автономное регулирование напряжения и частоты, в зависимости от графика нагрузки.
2. Виды регулирования стока рек. Их особенности.
3. Способы теплового аккумуляирования, материалы, используемые для теплового аккумуляирования. Оптимизация графика теплопотребления.

*Комплект задания № 9*

1. Ущерб у потребителя при изменениях частоты от номинальных значений.
2. Графический метод расчета режимов теплопотребления и температур теплоносителя.
3. Назначение накопителей энергии. Типы гидроаккумуляующих электростанций, режимы их работы в ЭС.

*Комплект задания № 10*

1. Устройства системной автоматики. Их назначение.
2. Схемы и режимы работы приливных электростанций (ПЭС). Регулирование ПЭС на максимум выработки электроэнергии.

3. Влияние на режим эксплуатации ЭС включение электрохимических аккумуляторов. Методы их подключения в ЭС.

*Комплект задания № 11*

1. Распределение активной и реактивной нагрузки между электростанциями.
2. Режимы работы энергообъединений при ограничении мощности электростанций.
3. Использование ГАЭС в графике нагрузок ЭС.

*Комплект задания № 12*

1. Режимы автономно работающей малой ГЭС в случае недостатка воды и в случае избытка воды.
2. Синхронные генераторы. Работа в режиме синхронного компенсатора.
3. ГАЭС с недельным и сезонным аккумулярованием в графике нагрузок.

*Комплект задания № 13*

1. Обеспечение требований манёвренности и мобильности агрегатов электростанций.
2. Режимы работы солнечных энергоустановок.
3. Собственные нужды различных видов НВИЭ. Обеспечение их в аварийных ситуациях и в нормальных условиях работы.

*Комплект задания № 14*

1. Регулирование напряжения в энергообъединении. Источники реактивной энергии.
2. Режимы ветровых энергоустановок.
3. Автоматизированные системы управления электростанций. Общие принципы АСУ технологическими процессами.

*Комплект задания № 15*

1. Реактивная нагрузка, параметры ее зависимости. Регулирование напряжения ГЭС.
2. Статическая устойчивость режима параллельной работы энергоисточников.
3. Методы центрального регулирования теплоснабжения.

*Комплект задания № 16*

1. Определение глубины сработки водохранилища. Наивыгоднейшие режимы работы ГЭС в энергетических системах. Регулирующий эффект нагрузки.
2. Водно-энергетические режимы малых ГЭС.
3. Виды резервов энергоисточников.

*Комплект задания № 17*

1. Основные мероприятия по оптимизации режимов эксплуатации НВИЭ.
2. Меры обеспечения гарантий регулирования ГЭС.
3. Способы аккумулярования энергии, и их влияние на режимы работы тепло-, электростанций.

*Комплект задания № 18*

1. Особенности режимов генерации энергии НВИЭ.
2. Основные достоинства и недостатки энергообъединений.
3. Использование ВЭУ в покрытии отопительной и электрической нагрузки.

*Критерии оценки:*

- оценка «отлично» выставляется студенту, если отвечает на более 86 % вопросов;
- оценка «хорошо», если отвечает от 66 % до 85 % вопросов;
- оценка «удовлетворительно», если отвечает от 51 % до 65 % вопросов;
- оценка «неудовлетворительно», если отвечает менее 51 % вопросов.

***Вопросы для коллоквиумов и дифференцированного зачета***

1. Энергообъединения энергоисточников и потребителей. Способы включения энергоисточников в параллельную работу с энергетическими системами.
2. Основные достоинства и недостатки энергообъединений.
3. Основные задачи режима эксплуатации электростанции при изолированной работе.
4. Графики нагрузок потребителей, методика составления.
5. Виды резервов энергоисточников. Взаимопомощь при аварийных ситуациях и при ремонте.
6. Режимы ГЭС. Работа ГЭС в суточном графике нагрузки, распределение нагрузок между ГЭС и ТЭС.
7. Водноэнергетические режимы малых ГЭС.
8. Основное уравнение регулирования стока. Виды регулирования.
9. Расчет выработки энергии ГЭС. Расход на собственные нужды.
10. Режим ГЭС при суточном балансе воды, при недостатке воды, при избытке воды.
11. Определение глубины сработки водохранилища.
12. Использование динамического программирования для оптимального регулирования стока водохранилища и выработки электроэнергии. Работа каскада ГЭС.
13. Управление режимами энергоисточников, энергетических систем. Системная автоматика, их назначение.
14. Качество электроэнергии. Автономное регулирование напряжения и частоты в зависимости от графика нагрузок.
15. Регулирование частоты и активной мощности ГЭС.
16. Реактивная нагрузка, параметры ее зависимости. Назначение статических конденсаторов.
17. Режимы ГАЭС. Использование гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС) в графике нагрузок.
18. ГАЭС с недельным и сезонным аккумулярованием в графике нагрузок.
19. Способы и типы аккумулярования. Режимы работы электростанций при включении энергоаккумуляторов в систему энергоснабжения.
20. Режимы ПЭС и ВлЭС. Схемы и режимы работы ПЭС и ВлЭС.
21. Работа ПЭС и ВлЭС в суточном графике нагрузки энергосистемы.
22. Регулирование ПЭС на максимум выработки энергии.

23. Режимы СЭС. Методы оптимизации режимов солнечных электростанций.
24. Способы теплового аккумулирования для оптимизации режимов использования солнечной энергии.
25. Режимы регулирования теплопотребления и температур теплоносителя. Преимущества и недостатки существующих систем регулирования.
26. Методы центрального регулирования теплопотребления.
27. Режимы ВЭС. Методы оптимального использования ветровых электростанций.
28. Использование ВЭУ покрытий отопительной и электрической нагрузок.

*Критерии оценки:*

- «зачтено» выставляется студенту, если правильно ответит на более 51 % вопросов;
- «не зачтено» выставляется студенту, если ответит менее 51 % вопросов.

7.2. 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 - 10 баллов,
- участие на практических занятиях - 30 баллов,
- выполнение лабораторных заданий -      баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 10 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 30 баллов,
- письменная контрольная работа - 20 баллов,
- тестирование -      баллов.

## **8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины.**

а) адрес сайта курса

*phys.dgu.ru*

<http://cathedra.dgu.ru/OfTheDepartment.aspx?id=2563>

б) основная литература:

1. Даффи, Джон. Основы солнечной теплоэнергетики [Текст]: [учеб.-справ. рук.] / Даффи, Джон, У. Бекман; пер. с англ.: О.С.Попеля, С.Е.Фрида, Г.А.Гухман, С.В.Киселёвой, А.В.Мальцевой под ред. О.С.Попеля. - Долгопрудный Интеллект, 2013. - 885 с.
2. Водноэнергетические расчеты ГЭС для сезонного регулирования стока по диспетчерскому режиму [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Гидроэнергетические сооружения» для студентов, обучающихся по специальности 271101

«Строительство уникальных зданий и сооружений», профиль «Строительство гидротехнических сооружений повышенной ответственности / . — Электрон. текстовые данные. — М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 32 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/26853.html> (дата обращения: 20.11.2018)

3. Муравьев О.А. Конструирование агрегатных блоков наземных зданий ГЭС [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О.А. Муравьев. — Электрон. текстовые данные. — М.: МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2018. — 92 с. — 978-5-7264-1904-6. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79885.html> (дата обращения: 20.11.2018)

в) дополнительная литература:

1. Фортов, В.Е. Энергетика в современном мире [Текст] / Фортов, Владимир Евгеньевич, О. С. Попель. - Долгопрудный: Интеллект, 2011. - 167 с.
2. да Роза, Альдо В. Возобновляемые источники энергии: Физико-технические основы [Текст]: [учеб. пособие] / да Роза, Альдо В. ; пер. с англ. под ред. С.П. Малышенко, О.С. Попеля. - Долгопрудный; М.: Интеллект; ИД МЭИ, 2010. - 702 с.
3. Бабаев, Б.Д. Ресурсы возобновляемых источников энергии Республики Дагестан [Текст]: учеб.-справ. пособие / Бабаев, Баба Джабраилович. - Махачкала: Радуга, 2015. - 102 с.
4. 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: 20.11.2018)
5. Иванов В.Л. Приемники и аккумуляторы теплового излучения Солнца [Электронный ресурс]: учебное пособие по курсам «Источники, концентраторы, 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: 20.11.2018)

## **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 обучения: [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 02.10.2017 г. об оказании услуг по предоставлению доступа. Доступ открыт 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 их характер учебной работы по изучению теоретического курса 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. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, своими словами, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения дисциплины особое значение имеют рисунки, поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все рисунки, сделанные преподавателем на доске. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется записывать на полях и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю.

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.

**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/>
4. База данных электронных библиотечных ресурсов Elsevier <http://elsevierscience.ru>
5. Информационные ресурсы издательства Springer <http://www.springerlink.com/journals>
6. Библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/lib>
7. Электронные источники научно-технической информации некоммерческого партнерства «Национальный электронно-информационный консорциум» <http://www.neicon.ru>
8. Ресурсы Университетской информационной системы Россия (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
9. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (ИС «Единое окно») <http://window.edu.ru>
10. <http://www.rushydro.ru>
11. <http://www.it-energy.ru>
12. <http://www.niies.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-проекторным оборудованием и интерактивной доской для представления презентаций лекций и показа учебных фильмов.