

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

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии

Кафедра «Инженерная физика» факультета физического

Образовательная программа
13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль подготовки
«Энергоустановки на основе возобновляемых видов энергии»

Уровень высшего образования
магистратура

Форма обучения
очно-заочная

Статус дисциплины: вариативная по выбору

Махачкала
2019


Рабочая программа дисциплины «Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии» составлена в 2019 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень магистратуры) от «21» 11 2014г. № 1500.

Разработчик(и):

- Ниналалов С.А., к. ф.-м. н., доцент кафедры ИФ;
- 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 Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии входит в вариативную по выбору часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина реализуется на физическом факультете кафедрой Инженерная физика.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с разработкой энергоэффективных технологий извлечения, использования и преобразования геотермальной энергии.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: профессиональных - ПК-8, ПК-9.

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 контрольной работы и промежуточный контроль в форме дифференциального зачета.

Объем дисциплины 5 зачетных единиц, 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					консультации		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			
11	180	18	8		10			162	дифференцированный зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии являются разработка энергоэффективных технологических систем добычи, использования, преобразования геотермальной энергии и методов расчета с исследованием теплообменных, гидродинамических и термодинамических процессов в скважинно-пластовых и наземных энергетических системах.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии входит в вариативную по выбору часть образовательной программы магистратуры по направлению (специальности) 13.04.02 «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
ПК-8	Способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности	Знает: методы физического и математического моделирования для описания процессов, происходящих в разрабатываемых геотермальных энергосистемах. Умеет: разработать соответствующую математическую модель для оценки теплопереноса в разработанных геотермальных скважинно-пластовых системах. Владеет: знаниями современных языков программирования для проведения многовариантных оптимизацион-

		ных расчетов исследуемой геотермальной энергосистемы.
ПК-9	Способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности	<p>Знает: цели и задачи, которые необходимо решить с использованием новых разрабатываемых геотермальных энергосистем.</p> <p>Умеет: правильно физически описать процессы, протекающие в скважинно-пластовых системах.</p> <p>Владеет: навыками проведения оптимизационных расчетов при подборе конструктивных параметров разработанных геотермальных систем.</p>

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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.		
	Модуль I.								

1	Методы оценки ресурсов геотермальной энергии.	11		1	2			33	Текущий контроль: контрольная работа (11 семестр) Промежуточная аттестация: дифференциальный зачет (11 семестр)
	<i>Итого по модулю 1:</i>			1	2			33	
Модуль II.									
2	Электроэнергетическое освоение геотермальных энергоресурсов	11		2	2			32	
	<i>Итого по модулю 2:</i>			2	2			32	
Модуль III.									
3	Разработка энергоэффективных технологий извлечения и использования петротермальной энергии	11		2	2			32	
	<i>Итого по модулю 3:</i>			2	2			32	
Модуль IV.									
4	Технологии освоения геотермальных ресурсов низкого потенциала	11		2	2			32	
	<i>Итого по модулю 4:</i>			2	2			32	
Модуль V.									
5	Комбинированные технологии освоения ВИЭ	11		1	2			33	
	<i>Итого по модулю 5:</i>			1	2			33	
	ИТОГО:			8	10			162	

4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Основные разделы. Планы проведения лекционных и практических занятий

1. Методы оценки ресурсов геотермальной энергии.

Виды ресурсов и запасов геотермальной энергии. Теплоэнергетический потенциал ресурсов термальных вод. Категории эксплуатационных запасов.

2. Электроэнергетическое освоение геотермальных энергоресурсов
Бинарные ГеоЭС. Термодинамический цикл. Оптимизация параметров бинарных ГеоЭС. Расчет энергетических характеристик геотермальной энергоустановки.

3. Разработка энергоэффективных технологий извлечения и использования петротермальной энергии

Разработка энергоэффективных технологических систем добычи, использования, преобразования петротермальной энергии для нужд тепло- и электроснабжения. Изучение теплообменных и гидродинамических процессов в скважинно-пластовых системах. Разработка математических моделей, описывающих процессы тепломассопереноса в скважинно-пластовых системах, проведение многовариантных оптимизационных расчетов.

4. Технологии освоения геотермальных ресурсов низкого потенциала

Геотермальные теплонасосные системы теплоснабжения. Комплексное освоение низкопотенциальных геотермальных ресурсов. Расчет вертикального грунтового теплообменника. Совместная добыча пресных низкопотенциальных и термальных минерализованных вод. Тепломассоперенос в скважинах по совместно-раздельной добыче геотермальных вод.

5. Комбинированные технологии освоения ВИЭ.

Разработка комбинированных технологий освоения геотермальной энергии совместно с другими видами ВИЭ.

4.3.2. Содержание лабораторно-практических занятий по дисциплине.

На практических занятиях студенты получают навыки разработки технологий освоения геотермальных энергоресурсов для конкретных энергетических нужд, оценки процесса тепломассопереноса и последующего проведения многовариантных оптимизационных расчетов.

В контрольных работах студенту предлагается при некоторых заданных параметрах геотермальной скважинно-пластовой системы провести оценку тепломассопереноса в ней с определением оптимальных режимно-эксплуатационных и конструктивных параметров.

5. Образовательные технологии

Активные и интерактивные формы, практические занятия, контрольные работы, экзамен, компьютеры.

Лекционные занятия проводятся в форме лекций с широким использованием презентаций и видеоматериалов. Презентации лекций содержат большое количество фотоматериалов. Используются видеоматериалы, размещенные на сайтах организаций, ведущих проектирование и эксплуатацию

геотермальных установок.

Практические занятия проводятся в форме семинаров, компьютерных симуляций преобразовательных установок, ознакомления с действующими макетами.

Самостоятельная работа включает подготовку к практическим занятиям, контрольным работам, выполнение домашних заданий.

При проведении занятий используются компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой.

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 практическим занятиям.

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
ПК-8 Способность применять методы создания и анализа моделей, позволяющих прогнозировать свойства и поведение объектов профессиональной деятельности		Знает: методы физического и математического моделирования для описания процессов, происходящих в разрабатываемых геотермальных энергосистемах. Умеет: разработать соответствующую математическую модель для оценки тепломассопереноса в разработанных геотермальных скважинно-пластовых	Устный опрос, круглый стол

		<p>системах. Владеет: знаниями современных языков программирования для проведения многовариантных оптимизационных расчетов исследуемой геотермальной энергосистемы.</p>	
<p>ПК-9 Способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности</p>		<p>Знает: цели и задачи, которые необходимо решить с использованием новых разрабатываемых геотермальных энергосистем. Умеет: правильно физически описать процессы, протекающие в скважинно-пластовых системах. Владеет: навыками проведения оптимизационных расчетов при подборе конструктивных параметров разработанных геотермальных систем.</p>	<p>Письменный опрос, круглый стол</p>

7.2. Типовые контрольные задания

1. Оценка тепломассопереноса в грунтовых скважинных теплообменниках.
2. Оценка тепломассопереноса в глубоких скважинных теплообменниках.
3. Изучение фазовых переходов теплоносителя в стволах геотермальных скважин.
4. Изучение теплосъема с проницаемого горизонта горизонтальной скважиной с учетом конвекции жидкости в пласте.
5. Расчет системы теплонасосного теплоснабжения с грунтовыми теплообменниками в вертикальных скважинах.
6. Расчет геотермальной циркуляционной системы (ГЦС) с внутрискважинными теплообменниками.
7. Расчет противоточного и прямоточного внутрискважинных теплообменников для нагрева пресной воды, анализ полученных результатов.
8. Расчет циркуляционной системы извлечения петротермального тепла в

трещиноватых пластах, сочетающей в себе технологии горизонтального и вертикального бурения.

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 - 30 баллов,
- участие на практических занятиях - 40 баллов,
- выполнение лабораторных заданий - баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 30 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 60 баллов,
- письменная контрольная работа - 40 баллов,
- тестирование - баллов.

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

а) основная литература:

1. Алхасов, А.Б. Геотермальная энергетика: проблемы, ресурсы, технологии [Текст]: [монография] / Алхасов, Алибек Басирович ; под ред. Э.Э.Шпильрайна. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2008. - 375 с.
2. Алхасов, А.Б. Возобновляемая энергетика [Текст]: [монография] / Алхасов, Алибек Басирович ; под ред. В.Е.Фортова. - М. : ФИЗМАТЛИТ, 2010. - 255 с.
3. Попель О.С. Возобновляемая энергетика в современном мире [Электронный ресурс] : учебное пособие / О.С. Попель, В.Е. Фортов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2015. — 450 с. — 978-5-383-00959-8. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/57009.html> (дата обращения: 13.11.2018)
4. Алхасов А.Б. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Б. Алхасов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2016. — 271 с. — 978-5-383-00960-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/55952.html> (дата обращения: 13.11.2018)

б) дополнительная литература:

1. Курбанов, М.К. Геотермальные и гидроминеральные ресурсы Восточного Кавказа и Предкавказья [Текст]/ Курбанов, Магомед Курбанович ; Ин-т геологии РАН. Дагест. науч. центр.; [И.К.Камилов, Б.Г.Поляк

- (отв. ред.)). - М. : Наука, МАИК "Наука / Интерпериодика", 2001. - 260 с.
2. Бабаев, Б.Д. Ресурсы возобновляемых источников энергии Республики Дагестан [Текст]: учеб.-справ. пособие / Бабаев, Баба Джабраилович. - Махачкала : Радуга, 2015. - 102 с.
 3. Елистратов В.В. Возобновляемая энергетика [Электронный ресурс] / В.В. Елистратов. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, 2011. — 239 с. — 978-5-7422-3167-7. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/43941.html> (дата обращения: 13.11.2018)
 4. Дзино А.А. Тепловые насосы и термотрансформаторы [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / А.А. Дзино, О.С. Малинина. — Электрон. текстовые данные. — СПб. : Университет ИТМО, 2015. — 68 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/68184.html> (дата обращения: 13.11.2018)
 5. Жариков В.А. Основы физической геохимии [Электронный ресурс] : учебник / В.А. Жариков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2005. — 656 с. — 5-211-04849-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/13063.html> (дата обращения: 13.11.2018)
 6. Безруких П.П. Справочник ресурсов возобновляемых источников энергии России и местных видов топлива. Показатели по территориям [Электронный ресурс] / П.П. Безруких. — Электрон. текстовые данные. — М. : Энергия, Институт энергетической стратегии, 2007. — 272 с. — 978-5-98420-016-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/3686.html> (дата обращения: 13.11.2018)

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 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 № 2693/17от 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 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 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»

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. Библиотека Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) <http://rffi.molnet.ru/rffi/ru/lib>
4. Единое окно доступа к образовательным ресурсам (ИС «Единое окно») <http://window.edu.ru>

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

При проведении занятий используются учебные компьютерные классы, оснащенные современной компьютерной техникой, стенды, макеты приборов и полупроводниковых приборов и преобразователей, мультимедийные средства.