

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

Физический факультет

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Трансформаторы

Кафедра «Инженерная физика»

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

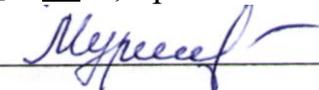
Рабочая программа дисциплины «Трансформаторы» составлена в 2019 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата) от « 03 » 09 2015 г. № 955.

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 Трансформаторы 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 влияние работы трансформаторов в энергосистему.

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					СРС, в том числе экзамен		
		всего	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР			
3	72	34	16		18			38	зачет

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины (модуля) Трансформаторы являются изучение повышения эффективности использования мощности системы.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина Трансформаторы 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	Знает: методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей с включением трансформаторов. Умеет: осуществлять расчет электрических цепей постоянного тока с трансформаторами, выбрать оптимальные типы трансформаторов. Владеет: навыками использования специализированных прикладных компьютерных программ для расчета электрических цепей с трансформаторами.
ПК-6	Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	Знает: режимы работы энергетических установок, и потребления энергии потребителями. Умеет: определять оптимальный состав оборудования энергетических объектов с трансформаторами и его параметры. Владеет: навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы энергетических установок на основе возобновляемых источников.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

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. Трансформаторы, назначение и общие сведения									
1	Введение. Виды трансформаторов и их условные обозначения	3		2	2			2	Текущий контроль: коллоквиум (3 семестр) Промежуточная аттестация: зачет (3 семестр)
2	Задачи, выполняемые трансформированием энергии	3		2	2			4	
3	Силовые трансформаторы.	3		2	2			4	
4	Измерительные трансформаторы	3		2	2			4	
5	Автотрансформаторы.	3		1	1			4	
	<i>Итого по модулю I:</i>			9	9			18	
Модуль II. Конструктивные особенности трансформаторов, принципы параллельной работы, распределенная энергетика									
1	Конструкции трансформаторов. Коэффициент трансформации, роль трансформаторов при аккумулировании энергии	3		2	2			4	
2	Уравнения трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора	3		2	2			4	

3	Схемы и группы соединений, распределенная энергетика	3		2	3			7	
3	Беспроводная передача энергии, проблемы и перспективы.	3		1	2			5	
	<i>Итого по модулю 2:</i>			7	9			20	
	ИТОГО:			16	18			38	

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

4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

Основные разделы

Назначение и общие сведения о трансформаторах.

Силовые трансформаторы, конструктивные особенности. Измерительные трансформаторы, конструктивные особенности. Токи короткого замыкания. Аппаратура распределительных устройств. Уравнения трансформатора. Векторная диаграмма трансформатора. Трехфазные трансформаторы. Схемы и группы соединений.

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 трансформаторов.	2	
2	Уравнения трансформатора	2	
3	Расчет коэффициента трансформации.	2	
4	Расчет векторных диаграмм трансформатора	2	(1,2,12,13)
5	Параметры и схемы замещения трансформаторов	4	(4,5)
6	Изучение однофазного трансформатора, определение коэффициента трансформации.	2	(8)
7	Изучение однофазного трансформатора, определение КПД при различных нагрузках.	4	(6,12,13)
	ИТОГО:	18	

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		Знает: методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей с включением трансформаторов. Умеет: осуществлять расчет электрических цепей постоянного тока с трансформаторами, выбрать оптимальные типы трансформаторов.	Устный опрос

		Владеть: навыками использования специализированных прикладных компьютерных программ для расчета электрических цепей с трансформаторами.	
ПК-6 Способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности		Знает: режимы работы энергетических установок, и потребления энергии потребителем. Умеет: определять оптимальный состав оборудования энергетических объектов с трансформаторами и его параметры. Владеет: навыками использования специализированных пакетов прикладных компьютерных программ, предназначенных для расчета режимов работы энергетических установок на основе возобновляемых источников.	Письменный опрос

7.2. Типовые контрольные задания

Контрольные вопросы к модулю I

1. Как устроен трансформатор?
2. Какие типы трансформаторов вы знаете? Где они используются?
3. Чем отличаются силовой трансформатор от измерительного?
4. Какое различие между трансформатором и автотрансформатором?
5. На каком физическом явлении основано действие трансформатора?
6. Что показывает коэффициент трансформации?
7. Какую обмотку трансформатора называют первичной, а какую — вторичной?

8. Из чего и как изготавливается сердечник трансформатора?
9. Что называется холостым ходом трансформатора?
10. Что показывают характеристики холостого хода и короткого замыкания?
11. Какие происходят потери мощности в трансформаторе во время его работы?
12. Как используются трансформаторы при передаче электрической энергии на большие расстояния?

Контрольные вопросы к модулю II

1. Векторные диаграммы трансформаторов.
2. Можно ли, зная сечение провода обмоток, указать, в какой из них действует более высокое напряжение, а в какой - более низкое?
3. Как изменяется график КПД трансформатора и $\cos \varphi$ при изменениях его нагрузки $\eta=f(I_2)$; $\cos \varphi= f(I_2)$?
4. Характеристики холостого хода и короткого замыкания
5. Наиболее эффективная нагрузка трансформатора при которой он работает с максимальным к.п.д.
6. Схемы соединения трансформаторов.
7. Потери в трансформаторах

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. Соренсен, Б. Преобразование, передача и аккумуляция энергии [Текст]: [учеб.-справ. рук.] / Соренсен, Бент ; пер. с англ. под ред. А.Д.Калашникова. - Долгопрудный : Интеллект, 2011. - 295 с.

2. Шонин Ю.П. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт силовых масляных трансформаторов [Электронный ресурс] : практическое пособие для сотрудников эксплуатирующих, строительно-монтажных и других специализированных организаций электросетевого комплекса России / Ю.П. Шонин, В.Я. Путилов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2013. — 760 с. — 978-5-383-00760-0. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33194.html> (дата обращения: 06.10.2018)
3. Серебряков А.С. Трансформаторы [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.С. Серебряков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2013. — 360 с. — 978-5-383-00871-3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33212.html> (дата обращения: 06.10.2018)

б) дополнительная литература:

1. Быстрицкий, Г.Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов [Текст]: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности 181300 "Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений" направления 654500 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии", учеб. пособие для студентов учреждений сред. проф. образования, обуч. по гр. специальностей 1000 "Энергетика", 1800 "Электротехника" и специальности 2913 "Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования пром. и гражд. зданий" / Быстрицкий, Геннадий Фёдорович, Б. И. Кудрин. - М. : Academia , 2003. - 173 с.
2. Казаков Ю.Б. Энергоэффективность работы электродвигателей и трансформаторов при конструктивных и режимных вариациях [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Ю.Б. Казаков. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский дом МЭИ, 2013. — 152 с. — 978-5-383-00808-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/33201.html> (дата обращения: 06.10.2018)
3. Грачева Е.И. Некоторые особенности электрических трансформаторов [Электронный ресурс] : учебник / Е.И. Грачева, О.В. Наумов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Русайнс, 2016. — 183 с. — 978-5-4365-0777-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61631.html> (дата обращения: 06.10.2018)

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 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 ВУ-Зе. 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 аккумуляции энергии особое значение имеют материалы и схемы аккумуляции, 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).