

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Промышленной электроники»

СОГЛАСОВАНО  
Декан факультета электроники  
\_\_\_\_\_ Н.М. Верещагин  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе  
\_\_\_\_\_ К.В. БУХЕНСКИЙ  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель ОПОП «Электро-  
энергетика и электротехника»  
\_\_\_\_\_ Т.Н. Васильева  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА  
ДИСЦИПЛИНЫ

**Б1.4.Ф.02 «Методы диагностики в электроэнергетике»**

Направление подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
академический бакалавриат

Квалификация (степень) выпускника — бакалавр  
Форма обучения — очная, заочная, заочная ускоренная

Рязань 2018 г.

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы бакалавриата**

**Целью** освоения дисциплины «Методы диагностики в электроэнергетике» является формирование у будущих специалистов твердых теоретических знаний и практических навыков по современным методам оценки надежности объектов электроэнергетики.

Основные **задачи** освоения учебной дисциплины:

1. Получение системы устойчивых знаний в части, касающейся технологии и методов проведения диагностических работ на электрических станциях, подстанциях и электрических сетях.
2. Изучение современных технических средств для измерения основных параметров систем электроэнергетических и электротехнических объектов.
3. Развитие навыков применения конкретных технических решений по обеспечению диагностических работ на объектах электроэнергетики.
3. Систематизация и закрепление практических навыков по определению состояния высоковольтного электроэнергетического оборудования.

Процесс изучения дисциплины направлен на развитие и формирование у обучающихся следующих компетенций:

Коды	Содержание компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОК7	Способность к самоорганизации и самообразованию	<p><u>Знать</u>: особенности обучения в высшей школе.</p> <p><u>Уметь</u>: распределять время для наиболее эффективной работы по усвоению новых знаний.</p> <p><u>Владеть</u>: способностью организации труда.</p>
ОПК2	Способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	<p><u>Знать</u>: методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач</p> <p><u>Уметь</u>: применять математический аппарат при модулировании реальных процессов.</p> <p><u>Владеть</u>: методами решения сложных профессиональных задач.</p>
ПК1	Способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	<p><u>Знать</u>: основные методы планирования, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике</p> <p><u>Уметь</u>: планировать, принимать участие в подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике</p> <p><u>Владеть</u>: навыками планирования, подготовки и выполнения типовых экспериментальных исследований по заданной методике</p>
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования.	<p><u>Знать</u>: технические, энергоэффективные и экологические требования, предъявляемые к проектируемым объектам.</p> <p><u>Уметь</u>: проектировать объекты в соответствии с техническим заданием.</p> <p><u>Владеть</u>: методами расчета и конструирования объектов профессиональной деятельности.</p>

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Дисциплина «Методы диагностики в электроэнергетике» (шифр Б1.4.Ф.02) относится к факультативным дисциплинам блока 1. Ее изучение осуществляется на 3 курсе в 5 семестре.

*Пререквизиты дисциплины:* базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: «Физика», «Математика», «Введение в электроэнергетику», «Теоретические основы электротехники», «Общая энергетика», «Переходные процессы в системах электроснабжения».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

**Знать:**

- основы работы электрических машин и электрического привода;
- основные закономерности работы и характеристики устройств энергетики;
- основные задачи систем электроснабжения предприятий.

**Уметь:**

- анализировать эффективность различных способов получения электрической энергии;
- выявлять основные закономерности работы энергетических комплексов;

**Владеть:**

- основными навыками расчета электрических цепей;
- основными методами анализа закономерностей работы объектов электроэнергетики.

*Постреквизиты дисциплины:* знания, полученные в результате изучения дисциплины используются для обучения по дисциплинам «Электроснабжение», «Средства диспетчерского и технологического управления», «Релейная защита», «Электрооборудование электрических станций и подстанций», «Автоматизация управления системами электроснабжения», «Электрические и электронные аппараты», «Эксплуатация электрооборудования», производственной и преддипломной практиках и ГИА.

## 3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на их самостоятельную работу

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетных единицы, или 72 академических часа. Форма обучения – очная, заочная, заочная ускоренная.

Вид учебной работы	Всего часов по формам обучения		
	очная	заочная	Заочная ускоренная
Общая трудоемкость дисциплины, в том числе:	72	72	72
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе лекции	32	4	4
Самостоятельная работа обучающихся (всего), в том числе:	40	68	68
– консультации в семестре	4	1	1
– самостоятельные занятия	36	67	67
Вид аттестации –	зачет	зачет	зачет

## 4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.

В структурном отношении программа представлена в виде одного модуля, содержащего основные дидактические единицы соответствующего раздела дисциплины.

#### 4.1 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам)

В структурном отношении рабочая программа состоит из введения, основной части и заключения.

Во введении рассматриваются основные положения и требования, предъявляемые к современной диагностике.

Основная часть курса посвящена анализу современных подходов к организации диагностических работ, методов диагностики используемого электрооборудования и его непрерывного мониторинга.

В заключительной части программы рассматривается порядок сдачи-приемки диагностических работ.

Очная форма обучения

Разделы	Содержание дисциплины
Тема 1. Введение. Задачи и положения современной диагностики	Основные определения. Элементы теории надежности применительно к решению задач современной диагностики: получение объективной информации о техническом состоянии оборудования; предупреждение внезапных отказов; оценка остаточного ресурса и возможности продолжения дальнейшей эксплуатации оборудования.
Тема 2. Современные подходы к методам диагностических работ.	Состояние проблемы диагностики и современные подходы к ремонту современного электрооборудования с учетом результатов оценки его надежности и технического состояния.
Тема 3. Методы диагностики оборудования	Диагностика электрической изоляции оборудования путем ее испытания повышенным переменным и выпрямленным напряжением. Контроль изоляции по сопротивлению, абсорбционным характеристикам и тангенсу угла диэлектрических потерь. Контроль состояния изоляции оборудования по характеристикам частичных разрядов и методы их регистрации. Вибрационные методы контроля состояния электрооборудования. Тепловизионный контроль оборудования подстанций и воздушных линий. Принцип работы тепловизионных приборов и их характеристики. Температурный контроль объектов с использованием оптоволоконна. Комплексная диагностика трансформаторных масел и современные приборы для их испытания. Диагностика механического состояния обмоток трансформаторов. Обследование и оценка эксплуатационного состояния заземляющих устройств. Диагностика гирлянд изоляторов воздушных линий. Типовые дефекты, возникающие в процессе эксплуатации изоляторов из стекла, фарфора и полимера. Методы и средства, применяемые при диагностике кабельных линий электропередач. Определение мест повреждений кабельных линий.
Тема 4. Методы непрерывного мониторинга оборудования	Методы непрерывного мониторинга, контроля и оценки состояния высоковольтного оборудования подстанций. Комплексный подход к непрерывному мониторингу маслонаполненного трансформаторного оборудования.
Тема 5. Порядок сдачи-приемки диагностических работ	Порядок организации технического освидетельствования электрооборудования в соответствии с требованиями ПТЭ. Правила заполнения актов сдачи-приемки выполняемых диагностических работ.

#### 4.2. Разделы дисциплины (модуля) и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Программа представлена в виде 5 разделов. Каждый из них включает в себя лекционную часть и самостоятельную работу студентов.

##### Очная форма обучения

Разделы дисциплины	Общая трудоемкость, часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа
		Всего часов	Лекции	Лабораторные работы	
1. Введение. Задачи и положения современной диагностики	12	4	4	–	8
2. Современные подходы к методам диагностических работ.	14	6	6	–	8
3. Методы диагностики оборудования	16	8	8	-	8
4. Методы непрерывного мониторинга оборудования	16	8	8	–	8
5. Порядок сдачи-приемки диагностических работ	14	6	6	–	8
<b>Всего</b>	<b>72</b>	<b>32</b>	<b>32</b>		<b>40</b>

##### Заочная, заочная ускоренная формы обучения

Разделы дисциплины	Общая трудоемкость, часов	Контактная работа обучающихся с преподавателем			Самостоятельная работа
		Всего часов	Лекции	Лабораторные работы	
1. Введение. Задачи и положения современной диагностики	10,5	0,5	0,5	–	10
2. Современные подходы к методам диагностических работ.	17	1	1	–	16
3. Методы диагностики оборудования	17	1	1	-	16
4. Методы непрерывного мониторинга оборудования	17	1	1	–	16
5. Порядок сдачи-приемки диагностических работ	10,5	0,5	0,5	–	10
<b>Всего</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		<b>68</b>

#### 5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа как вид неотъемлемой части учебных занятий является полезной при подготовке к лабораторным работам и экзамену.

В рамках самостоятельной работы студентам предлагается ознакомиться со следующей литературой:

- ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения, 1989

2. РЛ. 34.45.-51.300-97. Объемы и нормы испытаний электрооборудования. 1997.
3. В.В. Базуткин, В.П. Ларионов, Ю.С. Пинталь. Техника высоких напряжений - М.: Энергоатомиздат, 1986.
3. Г.М. Михеев. Цифровая диагностика высоковольтного электрооборудования. Издательский дом «Додэка-XXI», 2008 г.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)**

Фонд оценочных средств приведен в Приложении к рабочей программе дисциплины (см. «Оценочные материалы по дисциплине «Методы диагностики в электроэнергетике»)

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **7.1. Основная литература**

1. Григорьев В.И., Киреев В.А. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерения в системах электроснабжения. М., Колос. 2006.
2. Правила устройства электроустановок. М.: Главгосэнергонадзор России, 2007.
3. Оущая энергетика: учеб. пособие / Г.Ф. Быстрицкий. – 3-е изд., стер. – М.: КНОРУС, 2013. – 296 с.
4. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения, 1989.
5. В.И. Григорьев, Э.А. Киреева, и др. Приборы и средства диагностики электрооборудования и измерений в системах электроснабжения. Справочное пособие.: Издательство НЦ ЭНАС, 2006, 272 с.

### **7.2. Дополнительная литература**

1. Энергосиловое оборудование промышленных предприятий: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Г.Ф. Быстрицкий. – 4-е изд., стер. – М. Издательский центр «Академия», 2008. – 304 с.
2. М. Рецензент Б.А. Алексеев. Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения. - М.: Энергоатомиздат, 1992. - 240 с.: ил.
3. Г.С. Кучинский, В.Е. Кизеветтер, Ю.С. Пинталь. Изоляция установок высокого напряжения - М.: Энергоатомиздат, 1987.

## **8. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины**

1. Справочная правовая система «ГАРАНТ».
2. Справочная правовая система «Консультант Плюс».
3. Электронно-библиотечная система (ЭБС).

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

Самостоятельная работа, являясь важнейшим средством образования, должна строиться на основе научной организации умственного труда.

### **9.1. Рекомендации по планированию и организации времени, необходимого для изучения дисциплины**

Организация труда для изучения дисциплины требует соблюдения следующих рекомендаций:

- оцените свои возможности, особенности памяти, внимания, мышления и воли;
- найдите наиболее пригодные методы самостоятельной работы и заботьтесь об их улучше-

нии;

- начиная работу, установите ее цель;
- наметьте план работы и сроки его выполнения;
- постоянно осуществляйте самоконтроль в процессе работы;
- создайте благоприятную обстановку для работы;
- работайте ежедневно.

## **9.2. Описание последовательности действий обучающегося («сценарий изучения дисциплины»)**

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

- после прослушивания лекции и окончания учебных занятий займитесь детальной проработкой конспекта;
- работайте ежедневно в одно и то же время (в одни часы) дня;
- принимайтесь за работу быстро, энергично, без промедления;
- в начале работы всегда освежайте в памяти материал предыдущей лекции;
- работайте с твердым намерением понять, усвоить изучаемый материал;
- уделяйте больше времени трудному материалу
- стремитесь видеть практический смысл в усвоенных знаниях.

## **9.3. Рекомендации по работе с литературой**

Изучать рекомендованную литературу не значит пассивно принимать все написанное к сведению и излагать близко к тексту. Необходимо превратить чтение в активный процесс. При этом целесообразно использовать следующие правила конспектирования:

- прежде всего, указываются выходные данные источника – автор, наименование, год и место издания, количество страниц;
- в конспекте оставляются широкие поля – для уточнений, дополнений, собственных мыслей;
- необходимо выделять наиболее важные положения изучаемого источника;
- следует записывать только самое главное, избегая большого числа сокращений.

## **9.4. Рекомендации по подготовке к зачету**

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебниками. Кроме «заучивания» материала, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины.

При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы, графики, таблицы. При подготовке к зачету необходимо полностью изучить теорию курса, усвоить определения всех понятий и самостоятельно решить несколько типовых задач по каждой теме дисциплины.

# **10. Программное обеспечение**

Обучающая программа по дисциплине находится на стадии разработки.

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

Для освоения дисциплины необходимы:

– лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов.

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 13.04.02 «Электротехника и электротехника» (утвержден 3 сентября 2015г. № 955, зарегистрировано в Минюсте России 3 сентября 2015г. № 955)) (квалификация выпускника – бакалавр, форма обучения – очная, заочная, заочная ускоренная).

Программу составила  
д.т.н., проф. кафедры  
«Промышленная электроника»

Т.Н.Васильева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры промышленной электроники, протокол № от 2018 г. В программу внесены изменения в соответствии с переименованием ВУЗа и коррекцией учебного плана в 2018 г.

Заведующий кафедрой  
«Промышленная электроника»

С.А. Круглов

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ  
«МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ»**

Фонд оценочных средств – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися дисциплины «Методы диагностики в электроэнергетике».

Оценка знаний проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации. Основная задача такого контроля – оценка степени усвоения учебного материала и уровня развития у обучающихся общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, предусмотренных программой дисциплины.

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используется компьютерное тестирование. При определении результатов освоения дисциплины применяется традиционная система (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

В случае, если студент не выполнил расчетные задания предусмотренные учебным графиком выставляется оценка неудовлетворительно.

По итогам курса обучающиеся сдают зачет. Форма проведения зачета – устный ответ, по утвержденным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины.

**6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине**

В результате освоения всей программы бакалавриата у выпускника должен быть сформирован широкий спектр компетенций. Перечень общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, которыми должен обладать студент, освоивший программу курса «Методы диагностики в электроэнергетике», приведен выше. Распределение этих компетенций по контролируемым разделам дисциплины приведено в таблице.

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы дисциплины</b>	<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Введение. Задачи и положения современной диагностики	ОК7	Зачет
2	Современные подходы к методам диагностических работ.	ОПК2,ПК1,ПК3	Зачет
3	Методы диагностики оборудования	ОПК2,ПК1	Зачет
4	Методы непрерывного мониторинга оборудования	ПК1,ПК3	Зачет
5	Порядок сдачи-приемки диагностических работ	ОПК2,ПК3	Зачет

**6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы**

Типовые контрольные задания включают в себя перечень вопросов к итоговому зачету по дисциплине и перечень вопросов для самостоятельной подготовки студентов.

**6.2.1. Вопросы к зачету по дисциплине**

1. Состояние проблемы диагностики и подходы к ремонту современного электрооборудования.
2. Типичные дефекты, возникающие в процессе работы трансформаторов.
3. Методы проведения капитального ремонта трансформаторов и используемая технологиче-

ская оснастка.

4. Методы диагностики электрической изоляции оборудования путем ее испытания повышенным переменным и выпрямленным напряжением.
5. Контроль изоляции по сопротивлению, абсорбционным характеристикам и тангенсу угла диэлектрических потерь.
6. Контроль состояния изоляции оборудования по характеристикам частичных разрядов и методы их регистрации.
7. Вибрационные методы контроля состояния электрооборудования.
8. Тепловизионный контроль оборудования подстанций и воздушных линий.
9. Температурный контроль объектов.
10. Комплексная диагностика трансформаторных масел и современные приборы для их испытания.
11. Диагностика механического состояния обмоток трансформаторов.
12. Обследование и оценка эксплуатационного состояния заземляющих устройств.
13. Диагностика гирлянд изоляторов воздушных линий.
14. Типовые дефекты, возникающие в процессе эксплуатации изоляторов из стекла, фарфора и полимера.
15. Методы, применяемые при диагностике кабельных линий электропередач.
16. Определение мест повреждений кабельных линий.
17. Методы непрерывного мониторинга, контроля и оценки состояния высоковольтного оборудования подстанций.
18. Комплексный подход к непрерывному мониторингу маслонаполненного трансформаторного оборудования.
19. Порядок организации технического освидетельствования электрооборудования.
20. Правила заполнения актов сдачи-приемки выполняемых диагностических работ.

#### **6.2.2. Типовые задания для самостоятельной работы**

Чтение и анализ научной литературы по темам и проблемам курса.

Конспектирование, аннотирование научных публикаций.

Рецензирование учебных пособий, монографий, научных статей, авторефератов.

Анализ нормативных документов и научных отчетов.

Реферирование научных источников.

Сравнительный анализ научных публикаций.

Проектирование методов диагностического исследования.

Подготовка выступлений для коллективной дискуссии.

#### **6.2.3. Критерии оценивания компетенций**

1. Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.

2. Умение анализировать излагаемый материал.

3. Умение устанавливать причинно-следственные связи.

4. Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность.

5. Качество ответа: общая композиция; логичность; эрудиция.

6. Использование дополнительной литературы.

7. Оценка неудовлетворительно (незачет) выставляется в случае если студент не выполнил расчетные задания

#### **6.2.6. Задания для самостоятельной работы**

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины «Методы диагностики в электроэнергетике» способствует:

– закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий;

– углублению знаний по основным вопросам курса;

– развитию способности к самоорганизации и самообразованию;

– развитию способности выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе решения сложных энергетических задач.

В процессе самостоятельной прорабатываются следующие темы дисциплины.

Элементы теории надежности применительно к решению задач современной диагностики: получение объективной информации о техническом состоянии оборудования; предупреждение внезапных отказов; оценка остаточного ресурса и возможности продолжения дальнейшей эксплуатации оборудования.

Методы ремонта современного электрооборудования с учетом результатов оценки его надежности и технического состояния. Типичные дефекты, возникающие в процессе работы трансформаторов, технологии проведения их капитального ремонта и используемая технологическая оснастка.

Методы диагностики электрической изоляции оборудования путем ее испытания повышенным переменным и выпрямленным напряжением. Контроль изоляции по сопротивлению, абсорбционным характеристикам и тангенсу угла диэлектрических потерь. Контроль состояния изоляции оборудования по характеристикам частичных разрядов и методы их регистрации. Вибрационные методы контроля состояния электрооборудования. Тепловизионный контроль оборудования подстанций и воздушных линий. Принцип работы тепловизионных приборов и их характеристики. Температурный контроль объектов с использованием оптоволокон. Комплексная диагностика трансформаторных масел и современные приборы для их испытания. Диагностика механического состояния обмоток трансформаторов. Обследование и оценка эксплуатационного состояния заземляющих устройств. Диагностика гирлянд изоляторов воздушных линий. Типовые дефекты, возникающие в процессе эксплуатации изоляторов из стекла, фарфора и полимера. Методы и средства, применяемые при диагностике кабельных линий электропередач. Определение мест повреждений кабельных линий.

Методы непрерывного мониторинга, контроля и оценки состояния высоковольтного оборудования подстанций. Комплексный подход к непрерывному мониторингу маслонаполненного трансформаторного оборудования

Техническое освидетельствование электрооборудования в соответствии с требованиями ПТЭ. Правила заполнения актов сдачи-приемки выполняемых диагностических работ.

Составил  
профессор кафедры «Промышленная электроника»  
д.т.н., профессор

Т.Н.Васильева

Зав. кафедрой «Промышленная электроника»,  
к.т.н., доцент

С.А. Круглов