

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

Кафедра «Промышленной электроники»

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета электроники

Проректор по учебной работе

«__» _____ 2018 г.
Н.М.Верещагин

«__» _____ 2018 г.
К.В. Бухенский

Руководитель ОПОП

«__» _____ 2018 г.
Т.Н. Васильева

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины

Б.1.4.Ф.03 «Методы оптимизации режима работы электрических сетей»

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 оптимизации режима работы электрических сетей» является изучение студентами современных методов организации и выполнения работ по оптимизации режимов работы электрооборудования и электроустановок, необходимы в практической деятельности. Обеспечение оптимизации режимов работы электроустановок промышленных предприятий и перспектив дальнейшего развития различных видов работ.

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

1. иметь представление о методах, видах, объёме и характере проводимых работ по оптимизации режима работы объектов электроэнергетики, систем электроснабжения; об основе организации, планирования и управления качеством оптимизации режима работы объектов электроэнергетики;

2. знать назначение оптимизации режима работы объектов электроэнергетики;

3. уметь производить оптимизацию режима работы объектов электроэнергетики;

4. приобрести практические навыки: осуществления контроля качества и выполнения оптимизации режима работы объектов электроэнергетики. Выявлять причины и нарушения в работе электрооборудования и электроустановок и устранять их последствия.

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-4	Способность проводить обоснование проектных решений	<u>Знать:</u> порядок проведения обоснования проектных решений; <u>Уметь:</u> проводить обоснование проектных решений; ; <u>Владеть:</u> навыками по проведению обоснования проектных решений;
ПК-7	Готовность обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	<u>Знать:</u> основные параметры технологических процессов в области электрооборудования электрических станций и подстанций <u>Уметь:</u> применять заданную методику, обеспечивающую требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса, в области электрооборудования электрических станций и подстанций <u>Владеть:</u> навыками по поддержанию требуемых режимов и заданных параметров технологического процесса в области электрооборудования электрических станций и подстанций

2. Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

Данная дисциплина (модуль) относится к факультативным дисциплинам блока № 1 Б.1.4.Ф.03,. Дисциплина (модуль) изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Пререквизиты дисциплины: базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: «Теоретические основы электротехники», «Общая энергетика», «Электрические машины», «Электрический привод», «Переходные процессы в системах электроснабжения».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

Знать:

- основные методы и средства расчета электрических цепей постоянного и переменного тока;
- основные электроизмерительные приборы;
- работу электрических машин и электрического привода постоянного и переменного тока;
- основные характеристики и закономерности переходных процессов, возникающих в электрических цепях постоянного и переменного тока;

- закономерности работы устройств энергетики, включая характеристики работы устройств электроэнергетики;

Уметь:

- проводить расчеты электрических цепей постоянного и переменного тока;
- работать с электроизмерительными приборами;
- организовывать работу электрических машин и электрического привода постоянного и переменного тока;
- анализировать переходные процессы, возникающие в электрических цепях постоянного и переменного тока;
- выявлять закономерности работы устройств энергетики, включая характеристики работы устройств электроэнергетики;

Владеть:

- навыками расчета электрических цепей постоянного и переменного тока.
- современными методами анализа переходных процессов, возникающих в электрических цепях постоянного и переменного тока;
- методами и приемами анализа закономерностей работы устройств энергетики, включая характеристики работы устройств 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 самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единицы (ЗЕ).

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.

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

Очная форма обучения

Раздел дисциплины (модуля)	Общая трудоем-	Контактная работа обучающихся с преподавателем	Самостоятель-

	кость, часы	Лек- ции	Лаборатор- ные работы, практиче- ские занятия	ная работа обу- чаю- щихся
1. Параметры режима электрической сети. Особенности расчета, режима распределительных сетей.	8	2	-	6
2. Расчеты режима простых замкнутых электрических сетей.	12	4	-	8
3. Методы расчета потерь электроэнергии и мощности.	12	6	-	6
4. Задачи регулирования напряжения в электрических сетях. Современные технические средства регулирования напряжения	12	6	-	6
5. Управление режимами электроэнергетических систем. Оптимизация режимов электрических станций совместно с режимами электрических сетей	16	8	-	8
6. Устойчивость параллельной работы электрической станции с электрической системой.	12	6	-	6
Всего	72	32	-	40

Заочная, заочная ускоренная форма обучения

Раздел дисциплины (модуля)	Общая трудо- ем- кость, часы	Контактная работа обучающихся с преподавателем		Самос- стоя- тель- ная работа обу- чаю- щихся
		Лек- ции	Лаборатор- ные работы, практиче- ские занятия	
1. Параметры режима электрической сети. Особенности расчета, режима распределительных сетей.	10,5	0,5	-	10
2. Расчеты режима простых замкнутых электрических сетей.	10,5	0,5	-	10
3. Методы расчета потерь электроэнергии и мощности.	12,5	0,5	-	12
4. Задачи регулирования напряжения в электрических сетях. Современные технические средства регулирования напряжения	13	1	-	12
5. Управление режимами электроэнергетических систем. Оптимизация режимов электрических станций совместно с режимами электрических сетей	15	1	-	14
6. Устойчивость параллельной работы электрической станции с электрической системой.	10,5	0,5	-	10
Всего	72	4	-	68

4.2 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам).

Раздел дисциплины (мо- дуля)	Общая трудоемкость, часы
1. Параметры режима	Классификация, методы расчета параметров режима электрической

электрической сети. Особенности расчета, режима распределительных сетей.	сети. Параметры режима электрической сети.. Особенности расчета режима электрической сети по схеме замещения, содержащей одну ветвь с комплексным сопротивлением и по Т-образной схеме замещения.
2. Расчеты режима простых замкнутых электрических сетей.	Моделирование и расчеты режима разомкнутых питающих сетей 35-110 кВ. Особенности расчета, режима распределительных сетей 6-20 кВ и сетей до 1000 В. Расчеты режима, электрических сетей с несколькими ступенями трансформации. Методы расчета режима простых замкнутых электрических сетей. Естественное и оптимальное распределение потоков мощности, регулирование потоков мощности в замкнутых электрических сетях
3. Методы расчета потерь электроэнергии и мощности.	Методы расчета потерь электроэнергии и мощности. Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии и мощности. Уменьшение потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях и системах электроснабжения. Мероприятия по изменению схемы сети с целью снижения потерь электроэнергии.
4. Задачи регулирования напряжения в электрических сетях. Современные технические средства регулирования напряжения	Обобщенные узловые и контурные параметры электрической сети, их свойства, способы определения. Неполнофазные режимы. Возникновение несинусоидальных режимов. Методы расчета несинусоидальных режимов. Причины возникновения отклонений напряжения. Задачи регулирования напряжения в электрических сетях. Технические средства регулирования напряжения.
5. Управление режимами электроэнергетических систем. Оптимизация режимов электрических станций совместно с режимами электрических сетей	Вольтодобавочные трансформаторы и линейные регуляторы. Регулирование напряжения путем изменения потоков реактивной мощности в электрических сетях. Типовые схемы и область их применения. Управление режимами электроэнергетических систем. Оптимизация режимов электрических станций совместно с режимами электрических сетей. Баланс активной мощности, его нарушение и способы предотвращения. Нарушения баланса. Баланс реактивной мощности и последствия его нарушения. Лавина напряжения, способы её предотвращения.
6. Устойчивость параллельной работы электрической станции с электрической системой.	Устойчивость параллельной работы удаленной электрической станции с электрической системой. Способы повышения предела передаваемой мощности по ЛЭП переменного тока. Применение передач постоянного и дальних линий переменного тока.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

1. Правила технической эксплуатации электрических систем и сетей Российской Федерации. Госэнергонадзор Минэнерго России. - М.: ЗАО «Энергосервис», 2013.-368 с. – 5 шт.
2. Правила устройства электроустановок. – По состоянию на 1 февраля 2008 г. – М.: КНО-РУС, 2013. – 488 с. – 5 шт.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России. - М.: ЗАО «Энергосервис», 2013.-392 с. – 5шт.
4. Инструкция по предотвращению и ликвидации аварий в электрической части энергосистем. СО 153-34.20.561-2003. – С-Пет.: 2011.-56с. – 5 шт.

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 оптимизации режимов работы электрических сетей»).

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

7.1. Основная учебная литература:

1. Правила технической эксплуатации электрических систем и сетей Российской Федерации. Госэнергонадзор Минэнерго России.- М.: ЗАО «Энергосервис», 2013.-368 с.
2. Правила устройства электроустановок. – По состоянию на 1 февраля 2013 г. – М.: КНО-РУС, 2013. – 488 с.
3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России.- М.: ЗАО «Энергосервис», 2013.-392 с.
4. Васильева Т.Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения. М.: Горячая линия - Телеком, 2014. -152с.
5. Александров Г.Н. Передача электрической энергии. – СПб.: Издательство Поли-техн. ун-та, 2009 – 412 с.

7.2. Дополнительная учебная литература:

1. Азаров В.С. Передача и распределение электроэнергии в примерах и решениях. – М.: Издательство МГОУ, 2005 – 215 с.
2. Веников В.А., Худяков В.В., Анисимова Н.Д. Передача энергии переменным и постоянным током высокого напряжения. М. : Высшая школа, 1972 - 368 с.
3. Александров Г.Н. Режимы работы трансформаторов. – СПб.: Центр подготовки кадров энергетики, 2005 – 142 с.
4. Александров Г.Н. Передача электрической энергии переменным током. – Л.: Энергоатомиздат, 1990 – 176 с.
5. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М.: Энергоатомиздат, 1989, -592 с.
6. Лыкин А.В. Электрические системы и сети. //Учебное пособие. , 2008. - М.: Логос. – 256с.
7. Лычев П.В., Федин В.Т. Электрические системы и сети. Решение практических задач // Изд-во: Дизайн ПРО, 1997. – 192с.
8. Веников В.А. Электрические системы. Электрические сети. М.: Высш.шк.1998. – 511 с.: ил.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

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

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

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

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

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

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции не применялся на практическом и лабораторном занятии. Тогда лекция будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последова-

тельность действий:

1). После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2). При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

В течение недели выбрать время (1 час) для работы с литературой по в библиотеке.

9.3. Рекомендации по работе с литературой.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по электрическим сетям и системам. Литературу по курсу рекомендуется изучать в библиотеке. Полезно использовать несколько учебников по курсу. Рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему.

9.4. Рекомендации по подготовке к зачету.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником по курсу. Кроме «заучивания» материала зачета, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. При изучении теоретического материала всегда нужно рисовать схемы или графики. При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы.

10. Программное обеспечение

Обучающая программа по дисциплине «Электроснабжение» находится на стадии разработки.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для освоения дисциплины необходимы:

1) лекционная аудитория, оборудованная средствами отображения презентаций и других лекционных материалов на экран;

3) компьютерные классы с отдельными рабочими местами для каждого студента. На персональных компьютерах должно быть установлено программное обеспечение.

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

Программу составил:
д.т.н., профессор каф. ПЭЛ

Т.Н.Васильева

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Промышленная электроника» (протокол № ___ от _____). В программу внесены изменения в соответствии с переименованием ВУЗа и коррекцией учебного плана в 2018 г.

Зав. кафедрой ПЭЛ
к.т.н., доцент.

С.А. Круглов

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ»**

Фонд оценочных средств – это совокупность учебно-методических материалов (контрольных заданий, описаний форм и процедур), предназначенных для оценки качества освоения обучающимися данной дисциплины как части основной образовательной программы.

Цель – оценить соответствие знаний, умений и уровня приобретенных компетенций, обучающихся целям и требованиям основной образовательной программы в ходе проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Основная задача – обеспечить оценку уровня сформированности общекультурных и профессиональных компетенций, приобретаемых обучающимся в соответствии с этими требованиями.

Контроль знаний обучающихся проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль успеваемости проводится с целью определения степени усвоения учебного материала, своевременного выявления и устранения недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по совершенствованию методики преподавания учебной дисциплины (модуля), организации работы обучающихся в ходе учебных занятий и оказания им индивидуальной помощи.

К контролю текущей успеваемости относятся проверка знаний, умений и навыков обучающихся: на занятиях; по результатам выполнения работы; по результатам выполнения обучающимися индивидуальных заданий; по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов. При оценивании (определении) результатов освоения дисциплины применяется традиционная система (зачтено, незачтено).

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

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используется компьютерное тестирование.

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

Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части)	Наименование оценочного средства
1	Параметры режима электрической сети. Особенности расчета, режима распределительных сетей.	ПК-4, ПК-7	Зачет
2	Расчеты режима простых замкнутых электрических сетей.	ПК-4, ПК-7	Зачет
3	Методы расчета потерь электроэнергии и мощности.	ПК-4, ПК-7	Зачет
4	Задачи регулирования напряжения в электрических сетях. Современные технические средства регулирования напряжения	ПК-4, ПК-7	Зачет

5	Управление режимами электроэнергетических систем. Оптимизация режимов электрических станций совместно с режимами электрических сетей	ПК-4, ПК-7	Зачет
6	Устойчивость параллельной работы электрической станции с электрической системой.	ПК-4, ПК-7	Зачет

6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

6.2.1. Зачет

а) типовые вопросы (задания)

№	Вопрос
1	Задачи, назначение, классификация электрических сетей и систем потребителей
2	Современное состояние и перспективы развития электрических сетей и систем потребителей.
3	Отличия в решении задачи регулирования напряжения в питающих и распределительных сетях.
4	Регулирование напряжения при установке на подстанции источника реактивной мощности.
5	Экономическая задача регулирования напряжения.
6	Особенности обеспечения электрической энергией потребителей предприятия. Обобщенные статические характеристики комплексной нагрузки.
7	Цель и исходные данные при выполнении механических расчетов воздушных линий.
8	Расчетные климатические условия электрических сетей. Нагрузки на провода, принимаемые при расчетах проводов воздушных линий.
9	Особенности расчета механических напряжений, возникающих в проводах воздушных линий.
10	Обобщенные узловые и контурные параметры электрической сети, их свойства, способы определения.
11	Особенности расчета электрических сетей с двумя источниками питания.
12	Метод Ньютона для решения уравнений установившегося режима электрической сети. Выбор сечения проводов в питающих и распределительных сетях.
13	Сущность и особенности метода расчета режима разомкнутой и кольцевой сети.
14	Мероприятия по улучшению качества электроэнергии. Контроль показателей качества.
15	Учет временного фактора при моделировании воздушной линии электрической сети
16	Моделирование электрических сетей с учетом допустимого тока по условиям нагрева.
17	Установившиеся режимы. Расчет сетей по экономическим показателям.
18	Выбор сечения кабельных линий напряжением до 1000 В, промышленных предприятий, в сетях жилых и общественных зданий.
19	Параметры режима работы электрических сетей, параметры схемы замещения.
20	Преимущества сетей постоянного тока. Расчет сетей постоянного тока.
21	Расщепление фазы линии. Схемы замещения линии. Изменение схемы замещения в зависимости от длины.
22	Схема замещения трансформатора. Определение активных сопротивлений в схеме замещения трехобмоточного трансформатора.
23	Определение индуктивных сопротивлений фаз при симметричном их расположении.
24	Потери электроэнергии в сетях обеспечения потребителей. Потери мощности в линиях электропередачи и трансформаторах, мероприятия по снижению потерь.
25	Влияние емкостной проводимости на величину потерь мощности в линии. Влияние компенсации реактивной мощности нагрузки на потери мощности в сети.
26	Регулирование напряжения на приемном конце электропередачи. Предельная мощность.

27	Однородные сети. Свойства однородных сетей. Устойчивость параллельной работы электрической станции с электрической системой.
28	Оптимизация режимов электрических станций совместно с режимами электрических сетей.
29	Различия в распределении токов и напряжений в коротких и длинных линиях. Ограниченность дальности передачи по линии переменного тока.
30	Регулируемые узлы в электрических сетях. Требования, предъявляемые к этим узлам. Ускоряющие коэффициенты.

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1). Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2). Умение анализировать материал, устанавливая причинно-следственные связи.
- 3). Ответы на вопросы: полнота, аргументированность, убежденность, умение
- 4). Качество ответа (его общая композиция, логичность, убежденность, общая эрудиция)
- 5). Использование дополнительной литературы при подготовке ответов.

в) Шкала оценивания для оформления итоговой оценки по дисциплине

Оценка	Определение оценки
Зачтено	Понимание предмета, всесторонние знания, умения и владения
Незачтено	Результаты обучения не соответствуют минимальным требованиям

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

Критерием оценки при защите курсового проекта является уровень проведенного исследования, владения теоретическими и практическими знаниями, а также следующие моменты:

- при постановке задачи подробно описана область проводимых исследований, основные задачи электрических сетей и систем, обосновано использование методов для решения поставленных задач;
- построена структурная модель по исходным данным;
- реализованы инструментальные средства редактирования, визуализации данных, решения поставленных задач;
- квалифицированно описаны полученные результаты.

Учитываются:

- обоснованность выбора моделей и методов оптимизации режимов электрических сетей и систем;
- построение эффективной структурной модели электрических сетей и систем;
- использование современных программных средств.

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

Т.Н.Васильева

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

С.А. Круглов