


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМЕНИ В.Ф. УТКИНА»

Кафедра «Промышленной электроники»

«СОГЛАСОВАНО»

Директор ИМиА

 / Бодров О.А.  
« 0 » 20 \_\_\_\_ г


Заведующий кафедрой

 / Круглов С.А.  
« \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор РОПиМД



 / Корячко А.В.  
« \_\_\_\_ » 20 \_\_\_\_ г

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.01. «Методы оптимизации структур и режимов работы объектов»

Направление подготовки

13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Направленность (профиль) подготовки

«Электроснабжение»

Уровень подготовки

Магистратура

Квалификация выпускника – магистр

Формы обучения – очная, очно-заочная, заочная

Рязань 2020 г.

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень магистратуры), утвержденного 28 февраля 2018 г. № 147.

Разработчики  
доцент кафедры «Промышленной электроники»

  
\_\_\_\_\_ Махмудов М.Н.

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «20» мая 2020 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой  
«Промышленной электроники»

  
\_\_\_\_\_ Круглов С.А.

## 1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины является формирование у студентов знаний, умений и навыков применения методов моделирования и оптимизации процессов, установок и систем.

### Задачи:

- овладение студентами методами и приемами аналогового, физического и математического моделирования;
- выработка навыков и умения: математического моделирования процессов, аппаратов и систем; проведения вычислительного эксперимента;
- использования вычислительной техники и компьютерных технологий для исследования и отбора оптимальных вариантов установок и систем.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Коды компетенции	Содержание компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способен выполнять анализ состояния, создавать математические модели, разрабатывать планы проведения исследований системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, транспортных систем и их объектов	<u>Знать</u> : фундаментальные законы природы и основные физические математические законы и методы накопления, передачи и обработки информации <u>Уметь</u> : применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера <u>Владеть</u> : навыками использования знаний физики и математики при решении практических задач.
ПК-3	Способен осуществлять организацию эксплуатации и ремонта электроэнергетического оборудования	<u>Знать</u> : основные методы и средства проведения экспериментальных исследований <u>Уметь</u> : выбирать способы и средства измерений и проводить экспериментальные исследования <u>Владеть</u> : навыками обработки и представления полученных данных и оценки погрешности результатов измерений.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина Б1.В.01 «Методы оптимизации структур и режимов работы объектов» относится к дисциплинам вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы (далее – образовательной программы) магистратуры «Электроснабжение» направления 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Дисциплина изучается по очной и заочной формах обучения на 1 курсе.

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: «Электроэнергетические системы и сети» и «Теоретические основы электротехники» (программа бакалавриата). Для освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- основные законы физики в части электричества, магнетизма, колебаний и волн;
- 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 объектов электроэнергетики;
- основные принципы формирования систем электроснабжения промышленных предприятий;
- математические методы оптимизации.

уметь:

- использовать методы математической оптимизации;
- проводить расчеты электрических цепей постоянного и переменного тока;
- работать с электроизмерительными приборами;
- анализировать переходные процессы, возникающие в электрических цепях постоянного и переменного тока;
- выявлять закономерности работы устройств энергетики, включая характеристики работы устройств электроэнергетики;
- формировать системы электроснабжения предприятий, городов, сельского хозяйства.

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 объектов электроэнергетики;
- проектирования систем электроснабжения предприятий.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при изучении следующих дисциплин: «Методы диагностики объектов электроэнергетики», «Энергосбережение в электрических системах».

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ РАБОТЫ

Объем дисциплины по семестрам (курсам) и видам занятий 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 дисциплины составляет 4 зачетных единиц (ЗЕ), 144 часа.

Форма обучения	Очная	
	Вид учебной работы	Семестр
		1
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Зачетные Единицы Трудоемкости</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Контактная работа	32	32
Аудиторные занятия (всего)	32	32
в том числе:		

Форма обучения	Очная	
	Вид учебной работы	Семестр
		1
Лекции (ЛК)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	16	16
КРП		
Консультации		
КВР		
ИФР		
Другие виды аудиторной работы		
Самостоятельная работа (всего)	76	76
в том числе:		
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы (РГР)		
Другие виды самостоятельной работы	76	76
Контрольная работа (КоР)		
ИКР		
Контроль	36	36
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

Форма обучения	Очно-заочная	
	Вид учебной работы	Семестр
		1
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
<b>Зачетные Единицы Трудоемкости</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
Контактная работа	32,35	32,35
Аудиторные занятия (всего)	32	32
в том числе:		
Лекции (ЛК)	8	8
Лабораторные работы (ЛР)	8	8
Практические занятия (ПЗ)	16	16
КРП		
Консультации		
КВР		
ИФР		
Другие виды аудиторной работы		
Самостоятельная работа (всего)	76	76
в том числе:		
Курсовой проект (работа)		
Расчетно-графические работы (РГР)		
Другие виды самостоятельной работы		
Контрольная работа (КоР)		
ИКР	0,35	0,35
Контроль	35,65	35,65
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>	<b>Экзамен</b>

Форма обучения	Заочная			
	Вид учебной работы	Всего часов	Семестры	
			1	2
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>144</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	
<b>Зачетные Единицы Трудоемкости</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	
Контактная работа	14,35	12	2,35	
Аудиторные занятия (всего)	12	12		
в том числе:				
Лекции (ЛК)	4	4		
Лабораторные работы (ЛР)	4	4		
Практические занятия (ПЗ)	4	4		
КРП				
Консультации	2		2	
КВР				
ИФР				
Другие виды аудиторной работы				
Самостоятельная работа (всего)	111	50	61	
в том числе:				
Курсовой проект (работа)				
Расчетно-графические работы (РГР)				
Другие виды самостоятельной работы	111	50	61	
Контрольная работа (КоР)	10	10		
ИКР	0,35		0,35	
Контроль	8,65		8,65	
<b>Вид промежуточной аттестации</b>	<b>Экзамен</b>		<b>Экзамен</b>	

#### 4. Содержание дисциплины

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

Семе стр	Раздел дисциплины (модуля)	Содержание
1	<b>Тема 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики</b>	
1	Раздел 1.1. Постановка задачи оптимизации в ЭЭС.	Постановка задачи оптимизации в ЭЭС. Математическая модель оптимизационных задач в общем виде. Технико-экономические задачи.
1	Раздел 1.2. Основные методы решения задач оптимизации режимов в схеме с ТЭС	Основные методы решения задач оптимизации режимов в схеме с ТЭС. Основные методы оптимизации режима: прямые, неопределенных множителей Лагранжа, градиентные. Критерии оптимальности. Ограничения, накладываемые на физические параметры и условия работы основного оборудования в ЭЭС. Характеристики станций различных типов. Расходные характеристики тепловых станций. Взаимосвязь между расходной характеристикой

		и характеристикой относительных приростов блоков ТЭС. Учет ограничений в форме равенства в виде уравнений балансов мощностей в узлах сети.
1	<b>Тема 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций</b>	
1	Раздел 2.1. Оптимизация режимов в схеме только с ТЭС	Оптимизация режима в схеме, содержащей только ТЭС, без учета потерь в сети и с учетом потерь. Простейшая постановка задачи. Принимаемые допущения. Анализ получаемых критериев. Аналитический и графический методы оптимизации режима.
1	Раздел 2.2. Оптимизация режима в энергосистеме смешанного типа	Графический метод, метод неопределенных множителей Лагранжа для решения задачи оптимизации режима. Определения оптимальных режимов при каскадной работе ГЭС. Физический смысл и определение неопределенного множителя Лагранжа.
1	Раздел 2.3. Оптимизация режима с учетом активных потерь в сети	Аналитический и вариационный методы расчетов производных потерь. Уравнения установившегося режима и оценка допустимой области функционирования ЭЭС. Оптимизация режима по реактивной мощности. Алгоритм расчета оптимального режима с учетом потерь активной мощности в сети.
1	Раздел 2.4. Комплексная оптимизация режима	Основные допущения, методы расчета. Оптимизация по реактивной мощности. Методы ввода режима в допустимую область. Оптимизация качества электроэнергии. Оптимизация состава работающих на тепловой станции блоков.
1	<b>Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами.</b>	
1	Раздел 3.1. Применение при оптимизации режимов методов ньютоновского типа	Практическое применение методов ньютоновского типа в задачах оптимизации. Ограничения, заданные в виде неравенств, их учет. Применение метода штрафных функций. Оптимизация режимов в условиях рыночных отношений.
1	Раздел 3.2. Задачи оптимизации режимов в энергосбережении	Методы оптимизации режимов в системообразующих сетях и их использование при энергосбережении. Методы оптимизации в распределительных сетях и их применение при энергосбережении.
1	Раздел 3.3. Оптимизация режимов в краткосрочных циклах управления	Методы оптимизации режимов в энергосистемах в оперативном и краткосрочном циклах управления. Учет ограничений в задачах оптимизации режимов. Критерии статической устойчивости их применение в задачах оптимизации режимов.

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

Примерный тематический план включает вариативные формы учебного процесса с учетом специфики научной квалификации магистров: лекции, научно-практические конференции и семинары различного уровня, практикумы, научные исследования, самостоятельную работу, творческие проекты и др.

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Аудиторные занятия				СРО
			всего	ЛК	ЛР	ПЗ	
	<b>Семестр1</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>76</b>
1.	Тема 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики	22	6	2	2	2	16
2.	Тема 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций	54	18	4	4	10	36
3.	Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами	32	8	2	2	4	24
	<b>Консультация</b>						
	<b>ИКР</b>						
	<b>Контроль</b>	<b>36</b>					

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Аудиторные занятия				СРО
			всего	ЛК	ЛР	ПЗ	
	<b>Семестр1</b>	<b>144</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>76</b>
4.	Тема 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики	22	6	2	2	2	16
5.	Тема 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций	54	18	4	4	10	36
6.	Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами	32	8	2	2	4	24
	<b>Консультация</b>						
	<b>ИКР</b>	<b>0,35</b>					
	<b>Контроль</b>	<b>36,65</b>					

Заочная форма обучения



№ п/п	Раздел дисциплины	Общая трудоемкость, всего часов	Аудиторные занятия				СРО
			всего	ЛК	ЛР	ПЗ	
	<b>Семестр1</b>	<b>144</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>111</b>
7.	Тема 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики	33	3	1	1	1	30
8.	Тема 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций	57	6	2	2	2	51
9.	Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами	33	3	1	1	1	30
	<b>Контрольная работа</b>	<b>10</b>					
	<b>Консультация</b>	<b>2</b>					
	<b>ИКР</b>	<b>0,35</b>					
	<b>Контроль</b>	<b>8,65</b>					

### Виды практических, лабораторных и самостоятельных работ

Очная форма обучения

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
	<b>1 семестр</b>			<b>76</b>
1	Тема 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики	Лабораторная работа	Л/р. 1. Оптимальное распределение активных мощностей между агрегатами электростанций методом относительных приростов	4
		Практическая работа	П/р 1. Основные методы решения задач оптимизации режимов в схеме с ТЭС.	4
			П/р 2. Оптимизация режимов в схеме только с ТЭС».	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	4
2	Тема 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций	Лабораторная работа	Л/р. 2. Определение относительных приростов потерь мощности в электрической сети	5

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
			Л/р. 3. Оптимизация режимов основных сетей энергосистем по напряжению и реактивной мощности за счет изменения коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов связи	5
		Практическая работа	П/р 3. Оптимизация режима в энергосистеме смешанного типа.	5
			П/р 4. Оптимизация режима с учетом активных потерь в сети.	5
			П/р 5. Комплексная оптимизация режима.	5
			П/р 6. Применение при оптимизации режимов методов ньютоновского типа.	5
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	6
3	Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами	Лабораторная работа	Л/р. 4. Оптимизация режимов работы замкнутых электрических сетей с помощью вольтодобавочных трансформаторов	6
		Практическая работа	П/р 7. Задачи оптимизации режимов в энергосбережении.	6
			П/р 8. Оптимизация режимов в краткосрочных циклах управления.	6
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	6

Очно-заочная форма обучения

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
<b>1 семестр</b>				<b>76</b>
1	Тема 1. Режимы работы электрических	Лабораторная работа	Л/р. 1. Оптимальное распределение активных	4

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоёмкость, часов
	станций и их энергетические характеристики		мощностей между агрегатами электростанций методом относительных приростов	
		Практическая работа	П/р 1. Основные методы решения задач оптимизации режимов в схеме с ТЭС.	4
			П/р 2. Оптимизация режимов в схеме только с ТЭС».	4
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	4
2	Тема 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций	Лабораторная работа	Л/р. 2. Определение относительных приростов потерь мощности в электрической сети	5
			Л/р. 3. Оптимизация режимов основных сетей энергосистем по напряжению и реактивной мощности за счет изменения коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов связи	5
		Практическая работа	П/р 3. Оптимизация режима в энергосистеме смешанного типа.	5
			П/р 4. Оптимизация режима с учетом активных потерь в сети.	5
			П/р 5. Комплексная оптимизация режима.	5
			П/р 6. Применение при оптимизации режимов методов ньютоновского типа.	5
Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	6		
3	Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами	Лабораторная работа	Л/р. 4. Оптимизация режимов работы замкнутых электрических сетей с помощью вольтодобавочных трансформаторов	6
		Практическая работа	П/р 7. Задачи оптимизации режимов в энергосбережении.	6

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
			П/р 8. Оптимизация режимов в краткосрочных циклах управления.	6
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	6

Заочная форма обучения

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоемкость, часов
<b>1 семестр</b>				<b>111</b>
1	Тема 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики	Лабораторная работа	Л/р. 1. Оптимальное распределение активных мощностей между агрегатами электростанций методом относительных приростов	10
		Практическая работа	П/р 1. Основные методы решения задач оптимизации режимов в схеме с ТЭС.	10
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	10
2	Тема 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций	Лабораторная работа	Л/р. 2. Определение относительных приростов потерь мощности в электрической сети	10
			Л/р. 3. Оптимизация режимов основных сетей энергосистем по напряжению и реактивной мощности за счет изменения коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов связи	10
		Практическая работа	П/р 2. Оптимизация режима в энергосистеме смешанного типа.	10
			П/р 3. Оптимизация режима с учетом активных потерь в сети.	10
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	11

№ п/п	Тема	Вид работы	Наименование и содержание работы	Трудоёмкость, часов
3	Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами	Лабораторная работа	Л/р. 4. Оптимизация режимов работы замкнутых электрических сетей с помощью вольтодобавочных трансформаторов	10
		Практическая работа	П/р 4. Задачи оптимизации режимов в энергосбережении.	10
		Самостоятельная работа обучающегося	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР и ПР. Подготовка к сдаче ЛР и ПР, оформление отчетов.	10

#### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

1. Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учебник для академического бакалавриата / Т. А. Филиппова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 293 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04375-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/437945> (дата обращения: 21.05.2020).
2. Управление режимами электроэнергетических систем [Текст] : учеб. пособие / Н. Ш. Чемборисова, А. В. Пешков, Е. И. Дорошенко ; АмГУ, Энергет. фак. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 120 с.
3. Математические методы решения задач энергетики [Текст] : учеб. пособие: рек. ДВ РУМЦ / Н. Ш. Чемборисова, А. В. Пешков. - Благовещенск : Изд-во Дальневост. гос. аграр. ун-та, 2006. - 129 с.

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

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

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

##### **Основная учебная литература:**

1. Митрофанов, С. В. Моделирование в электроэнергетике : учебное пособие / С. В. Митрофанов, Л. А. Семенова. — Оренбург : ОГУ, 2015. — 143 с. — ISBN 978-5-7410-1346-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/97981> (дата обращения: 20.05.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Филиппова, Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник для академического бакалавриата / Т. А. Филиппова. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 293 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-04375-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/437945> (дата обращения: 21.05.2020).

3. Костин В.Н. Оптимизационные задачи электроэнергетики: Учеб. Пособие. – СПб.: СЗТУ, 2003, - 120 с.

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Веников В.А., Журавлева В.Г., Филиппова Т.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоиздат, 1981.
2. Идельчик В.И. Расчеты и оптимизация режимов электрических сетей и систем. – М.: Энергоатомиздат, 1988.
3. Оптимизация режимов энергосистем: Учебное пособие / П.И. Бартоломей, Т.А. Паниковская. Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2008. - 164 с.
4. Макоклюев Б.И. Анализ и планирование электропотребления. – М.: Энергоатомиздат, 2008. - 296 с.
5. Т.А. Филиппова и др. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем: Учебник /Т.А. Филиппова, Ю.М. Сидоркин, А.Г. Русина; – Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2007. - 356 с.
6. Иерархические модели в анализе и управлении режимами электроэнергетических систем / О.А. Суханов, Ю.В. Шаров – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 312 с.
7. Лыкин А.В. Электрические системы и сети: Учеб. пособие. – М.: Университетская книга; Логос, 2006. – 254 с.
8. Математические задачи энергетики [Текст] : учеб. пособие / Н. Ш. Чемборисова ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 1998 - .Ч. 2. - 1998. - 43 с.
9. Нетрадиционные показатели статической устойчивости в энергосистемах. [Текст] / Н. Ш. Чемборисова ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2000. - 80 с.
10. Методы расчета установившихся режимов электроэнергетических систем [Текст] : Учеб. пособие / Н.Ш. Чемборисова, А.В. Пешков. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 1998. - 116 с.
11. Методы решения задач электроэнергетики с использованием ЭВМ [Текст] : учеб. пособие. : рек. Дальневост. регион. УМО / Н. Ш. Чемборисова, А. В. Пешков ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2002. - 144 с.
12. Алгоритмизация решения задач АСУ в электроэнергетике [Текст] : учеб. пособие / Н. Ш. Чемборисова, А. В. Пешков ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 128 с.
13. Управление режимами электроэнергетических систем [Текст] : учеб. пособие / Н. Ш. Чемборисова, А. В. Пешков, Е. И. Дорошенко ; АмГУ, Энергет. фак. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 120 с.
14. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей [Текст] : учеб. пособие / Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель ; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. - 104 с.

#### **8. Ресурсы информационно–телекоммуникационной сети Интернет, базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Система дистанционного обучения РГРТУ: <http://cdo.rsreu.ru/>
2. Информационная образовательная среда РГРТУ: <https://edu.rsreu.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks»: <https://iprbookshop.ru/>
4. Электронно-библиотечная система издательства «Лань»: <https://www.e.lanbook.com>
5. Электронная библиотека РГРТУ: <http://elib.rsreu.ru/>

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины проходит в течение 1 семестра.

Основные темы дисциплины осваиваются в ходе аудиторных занятий, однако важная роль отводится и самостоятельной работе студентов.

Самостоятельная работа включает в себя следующие этапы:

- изучение теоретического материала (работа над конспектом лекции);
- самостоятельное изучение дополнительной литературы и информационных ресурсов (доработка конспекта лекции, подготовка к лабораторным работам);
- выполнение заданий текущего контроля успеваемости (расчетно-графические работы, контрольные работы);
- итоговая аттестация по дисциплине (подготовка к экзамену по дисциплине).

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.

При изучении дисциплины очень полезно самостоятельно изучать материал, который еще не прочитан на лекции, не применялся на лабораторной работе. Тогда занятие будет гораздо понятнее. Однако легче при изучении курса следовать изложению материала на лекции. Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий: 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); при подготовке к следующей лекции, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут); в течение недели выбрать время (минимум 1 час) для работы с основной и дополнительной литературой.

Рекомендации по работе с литературой. Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги по дисциплине. Полезно использовать несколько учебников по дисциплине. Рекомендуется после изучения очередного параграфа ответить на несколько простых вопросов по данной теме. Кроме того, очень полезно мысленно задать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): «о чем этот параграф?», «Какие новые понятия введены, каков их смысл?».

Работа над конспектом лекции: лекции – основной источник информации по предмету, позволяющий не только изучить материал, но и получить представление о наличии других источников, сопоставить разные способы решения задач и практического применения получаемых знаний. Лекции предоставляют возможность «интерактивного» обучения, когда есть возможность задавать преподавателю вопросы и получать на них ответы. Поэтому рекомендуется в день, предшествующий очередной лекции, прочитать конспекты двух предшествующих лекций, обратив особое внимание на содержимое последней лекции.

Подготовка к лабораторной работе: состоит в теоретической подготовке (изучение конспекта лекций, методических указаний к лабораторной работе и дополнительной литературы), выполнение предварительных расчетов к лабораторной работе (расчет схем, ответы на вопросы и т.д.).

Во время самостоятельных занятий обучающиеся выполняют задания, выданные им преподавателем, готовятся к контрольным работам.

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической литературы, дополнительной литературы, интернет-ресурсов: этот вид самостоятельной работы студентов особенно важен в том случае, когда одну и ту же задачу можно решать различными способами, а на лекции изложен только один из них. Кроме того, рабочая программа дисциплины предполагает рассмотрение некоторых тем только во время самостоятельных занятий, без чтения лектором.

Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине: основной вид подготовки – «свертывание» большого объема информации в компактный вид, а также тренировка в ее «развертывании» (примеры к теории, выведение одних закономерностей из других и т.д.). Надо также правильно распределить силы, не только готовясь к промежуточной аттестации по дисциплине, но и позаботившись о допуске к ней (это хорошее посещение занятий, выполнение в назначенный срок расчетно-графических, контрольных и лабораторных работ, предусмотренных учебным планом).

### **10. Перечень информационных и образовательных технологий**

1. Продукты Microsoft по программе DreamSpark Membership ID 700565236 (операционные системы семейства Windows, пакет Visio)
2. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595 с 25.02.2018 по 05.03.2019
3. Microsoft Office (Open License 19996967 с 16.12.2005 – бессрочно)
4. LibreOffice (свободное ПО)
5. Adobe acrobat reader (свободное ПО)
6. Справочная правовая система «Консультант Плюс»

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

Для освоения дисциплины необходимы

- аудитория для проведения лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, оборудованная маркерной доской и средствами отображения презентаций и других материалов на экран;
- аудитория для проведения лабораторных работ, оборудованная лабораторными стендами и специальным оборудованием для проведения исследований и измерений в цепях постоянного и переменного тока.

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензированного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
-------	---	---	---



№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензированного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
1.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 109 корпус 2	60 мест, мультимедийное оборудование, специализированная мебель, магнито-маркерная доска	<p>1. Продукты Microsoft по программе DreamSpark Membership ID 700565236 (операционные системы семейства Windows, пакет Visio)</p> <p>2. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595 с 25.02.2018 по 05.03.2019</p>
2.	Аудитория для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 209 корпус 2 (компьютерный класс)	Компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду. Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, магнито-маркерная доска	<p>1. Продукты Microsoft по программе DreamSpark Membership ID 700565236 (операционные системы семейства Windows, пакет Visio).</p> <p>2. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595 с 25.02.2018 по 05.03.2019)</p> <p>3. SolidWorks Education Edition 500 CAMPUS (500 учебных мест) (Акт приема-передачи прав по договору L300414-77 с 04.06.2014 — бессрочно), продление поддержки - июль 2017 на 3 года</p> <p>4. MATLAB Classroom, Simulink Classroom — 15 шт. (License 629623-629637 с 28.11.2010 — бессрочно).</p> <p>5. Лицензия на ПО Altium Designer Standalone Academic. 10 рабочих мест. Customer Number: 1346925 Срок действия: 5.12.2017 — 5.12.2018</p>

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензированного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
3.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, № 214 корпус 2	65 мест, мультимедийное оборудование, специализированная мебель, магнито-маркерная доска	<p>1. Продукты Microsoft по программе DreamSpark Membership ID 700565236 (операционные системы семейства Windows, пакет Visio)</p> <p>2. Kaspersky Endpoint Security Коммерческая лицензия на 1000 компьютеров №2304-180222-115814-600-1595 с 25.02.2018 по 05.03.2019</p>

**ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**«МЕТОДЫ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУР И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОБЪЕКТОВ»**

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 компетенций, приобретаемых обучающимся в ходе изучения дисциплины.

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 контрольной работы; по результатам выполнения обучающимися индивидуальных заданий; по результатам проверки качества конспектов лекций и иных материалов.

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

При оценивании (определении) результатов освоения дисциплины применяется традиционная система (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно, зачет, незачет). Оценка неудовлетворительно (незачет) выставляется в случае, если студент не выполнил в срок, предусмотренный учебным графиком, лабораторные и практические работы.

**Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине (модулю)**

№	Контролируемые разделы (темы)	Код контролируемой	Вид, метод,
---	-------------------------------	--------------------	-------------

п/п	дисциплины (результаты по разделам)	компетенции (или её части)	форма оценочного мероприятия
1.	Тема 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики	ПК-1 ПК-3	ЛР, ПР, Экзамен
2.	Тема 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций	ПК-1 ПК-3	ЛР, ПР, Экзамен
3.	Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами	ПК-1 ПК-3	ЛР, ПР, Экзамен

ЛР – лабораторная работа, ПР – практическая работа, РГР – расчетно-графическая работа,

### Критерии оценивания компетенций (результатов)

- 1) Уровень усвоения материала, предусмотренного программой.
- 2) Умение анализировать материал, устанавливать 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.

### Уровень освоения сформированности знаний, умений и навыков по дисциплине оценивается в форме бальной отметки:

<b>Оценка «Отлично»</b>	заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебно-программного материала, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется студентам, усвоившим взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявившим творческие способности в понимании, изложении и использовании учебно-программного материала.
<b>Оценка «Хорошо»</b>	заслуживает студент, обнаруживший полное знание учебно-программного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе. Как правило, оценка «хорошо» выставляется студентам, показавшим систематический характер знаний по дисциплине и способным к их самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности.

<p><b>Оценка</b> <b>«Удовлетворительно»</b></p>	<p>заслуживает студент, обнаруживший знания основного учебно-программного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, рекомендованной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется студентам, допустившим погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.</p>
<p><b>Оценка</b> <b>«Неудовлетворительно»</b></p>	<p>выставляется студенту, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебно-программного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>

#### **Список вопросов к экзамену**

1. Введение в оптимизацию. Безусловная и условная минимизация.
2. Методы оптимизации в распределительных сетях и их применение при энергосбережении.
3. Основы оптимизации параметров и режимов систем передачи и распределения электрической энергии.
4. Методы оптимизации в распределительных сетях и их применение при энергосбережении.
5. Оптимизация распределения нагрузки энергосистем.
6. Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы.
7. Оптимизация режима в энергосистеме смешанного типа.
8. Оптимизация режима с учетом активных потерь в сети.
9. Линейные оптимизационные задачи электроэнергетики.
10. Нелинейные оптимизационные задачи электроэнергетики.
11. Транспортные задачи электроэнергетики.
12. Оптимизационные задачи с целочисленными и дискретными переменными.
13. Оптимизационные задачи при случайной исходной информации.
14. Оптимизационные задачи при недетерминированной исходной информации.
15. Многокритериальные оптимизационные задачи.
16. Применение при оптимизации режимов программных средств (Excel).
17. Методы оптимизации режимов в системообразующих сетях и их использование при энергосбережении.
18. Методы оптимизации в распределительных сетях и их применение при энергосбережении.
19. Оптимизация режимов в краткосрочных циклах управления.
20. Оптимальное распределение активных мощностей между агрегатами электростанций методом относительных приростов. Пример.
21. Определение относительных приростов потерь мощности в электрической сети. Пример.
22. Оптимизация режимов основных сетей энергосистем по напряжению и реактивной

- мощности за счет изменения коэффициентов трансформации трансформаторов и автотрансформаторов связи Пример.
23. Оптимизация режимов работы замкнутых электрических сетей с помощью вольтодобавочных трансформаторов Пример.
  24. Подходы к оптимизации параметров протяженных электропередач.
  25. Оптимизация проектных решений в распределительных электрических сетях.
  26. Основы оптимизации режимов системообразующей электрической сети.
  27. Оптимизация режимов систем распределения электрической энергии.
  28. Метод неопределенных множителей Лагранжа, алгоритм расчета.
  29. Возможность раздельного решения задачи оптимизации режима по активной и реактивной мощности.
  30. Комплексная оптимизация режимов энергосистемы.
  31. Долгосрочное планирование балансов мощности и выработки электроэнергии в системе.
  32. Оптимальное планирование ремонтов энергетического оборудования.

Оценочные средства составил  
доцент кафедры ПЭЛ

М.Н. Махмудов

Заведующий кафедрой ПЭЛ  
к.т.н., доцент

С.А. Круглов