

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования

**«УФИМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АВИАЦИОННЫЙ  
ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра электромеханики

**АННОТАЦИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

**«ОПТИМИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ»**

Уровень подготовки  
*бакалавриат*

Направление подготовки  
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность подготовки (профиль, специализация)  
Электроэнергетические системы и сети

Квалификация (степень) выпускника  
бакалавр

Форма обучения  
Очная, заочная

Уфа 2015

Исполнители:  
доцент кафедры ЭМ Максудов Д.В

Заведующий кафедрой ЭМ  
Исмагилов Ф.Р.

## Место дисциплины в структуре образовательной программы

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС ВПО) по направлению подготовки 140400 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "8" декабря 2009 г. № 710 и актуализирована в соответствии с требованиями ФГОС ВО 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от "3" сентября 2015 г. № 955.

Дисциплина Оптимизация электроэнергетических систем является дисциплиной:  
Согласно ФГОС ВО вариативной части.

**Целью освоения дисциплины** является формирование знаний в области разработки математических алгоритмов и программного обеспечения для решения задач электроэнергетики, необходимых при расчетах установившихся режимов электроэнергетических систем, оптимизации режимов, проверке апериодической и колебательной статической устойчивости, а также модального анализа динамических свойств сложных энергосистем.

### Задачи:

- 1) ознакомить студентов со способами записи уравнений установившихся режимов и различными алгоритмами их решения,
- 2) ознакомить студентов с методами расчета и оптимизации электроэнергетических систем;
- 3) научить самостоятельно разрабатывать соответствующие вычислительные алгоритмы и решать задачи оптимизации численными методами;
- 4) научить определять технические ограничения при выборе оборудования электроэнергетических систем.
- 5) ознакомить студентов с методами анализа апериодической и колебательной статической устойчивости, динамических свойств и переходных процессов в сложных ЭЭС.
- 6) научить студентов использовать полученные знания для разработки на математической базе вышеуказанных алгоритмов программного обеспечения для решения задач расчета установившихся режимов сложной энергосистемы, включающей большое число независимых узлов, контуров и ветвей.
- 7) научить студентов применению современных промышленных программ, реализующих вышеназванные алгоритмы, для расчета режимов сложных энергосистем.

### Входные компетенции:

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции*	Название дисциплины (модуля), сформировавшего данную компетенцию
1	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2	пороговый	Общая энергетика Электрические аппараты
2	способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых	ПК-1	базовый	Математическое моделирование электрических систем и элементов

	экспериментальных исследований по заданной методике			
3	способность обрабатывать результаты экспериментов	ПК-2	базовый	Электрические машины
	способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК-6	базовый	Электромагнитные и электромеханические переходные процессы в системах электроснабжения Координация и оптимизация уровней токов коротких замыканий в электроэнергетических системах

**Исходящие компетенции:**

№	Компетенция	Код	Уровень освоения, определяемый этапом формирования компетенции	Название дисциплины (модуля), для которой данная компетенция является входной
1	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2	базовый	НИР
2	способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	ПК-1	базовый	Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения
3	способность обрабатывать результаты экспериментов	ПК-2	базовый	НИР
4	способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК-6	базовый	Электроэнергетические системы и сети Производственная практика

**Перечень результатов обучения**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций.

**Планируемые результаты обучения по дисциплине**

№	Формируемые компетенции	Код	Знать	Уметь	Владеть
<b>5 семестр</b>					
1	способность обрабатывать результаты экспериментов	ПК-2	– о влиянии внешних факторов на результаты эксперимента, об ограничениях и допущениях	– пользоваться современными математическими методами оптимизации нелинейных систем	

			математических моделей;	и уметь применять их для решения конкретных задач в области электроэнергетики; – уметь правильно принимать решения и делать выводы относительно экспериментальных данных и условий их получения;	
2	способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК-6	– формулирования задачи оптимизации, определения критериев оптимизации и методы их решения; – особенности электроэнергетических систем и их отдельных элементов, определяющие как выбор критериев оптимального развития и оптимальных режимов, так и ограничения, накладываемые на решаемые задачи оптимизации;	– формулировать задачи оптимизации, определять критерии оптимизации и определять граничные условия при проведении оптимизации; – выбирать допущения и ограничения, накладываемые объектами электроэнергетики на решаемые задачи;	
7 семестр					
1	способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-2	– математические методы решения уравнений установившегося режима сложной энергосистемы: методов Гаусса, Зейделя, Ньютона, и т.д.; – математические методы оценки устойчивости режима сложной энергосистемы: методов Раусса, Гурвица,	– использовать базовые знания по теоретическим основам электротехники, высшей математики, в том числе теории матрично-тензорного исчисления и теории графов.	– методами аналитического решения линейных и нелинейных уравнений установившегося режима и оценки его устойчивости; – принципами составления систем уравнений установившегося и предельного режимов работы энергосистемы в

			Михайлова, Д-разбиения, модального анализа и т.д.		формате позволяющим применять ЭВМ для проведения расчетов.
2	способность участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике	ПК-1	– особенности подготовки данных и формулировки задачи при ее решении на ЭВМ; – способы задания исходных данных и формирования баз данных по объектам энергосистемы; – способы задания нагрузок потребителей в зависимости от типа сетей и особенностей режима.	– самостоятельно составлять программное обеспечение в данной области; – в единой системе вводить в расчет как параметры схем замещения элементов энергосистемы, так и топологию их связей, для разработки универсальных программ способных вести расчеты с сетями произвольных конфигураций.	– навыками составления программного обеспечения для численного решения задач определения параметров режима сложной энергосистемы с применением компьютерных вычислительных мощностей.
3	способность обрабатывать результаты экспериментов	ПК-2	– алгоритмические базы программного обеспечения для решения уравнений установившегося режима сложной энергосистемы и оценки его устойчивости.	– разрабатывать программное обеспечение расчета режима на основании измеренных параметров энергосистемы.	– навыками работы с современными высокотехнологичными средствами хранения и обработки информации.
4	способность рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности	ПК-6	– алгоритмы контроля режима работы объектов электроэнергетики и энергосистем в целом; – при помощи программного обеспечения осуществлять оперативные изменения схем, режимов работы энергообъектов.	– применять современные программные пакеты расчета режимов сложных энергосистем; – составлять самостоятельно и использовать применяемое в электроэнергетике программное обеспечение для расчета, контроля, анализа, оптимизации, прогнозирования и корректировки	– навыками работы с современным программным обеспечением, применяемым в промышленном производстве электроэнергии для контроля режима работы сложной энергосистемы; – навыками визуального восприятия и корректировки режима работы

				режима сложной энергосистемы.	энергосистемы и его параметров в процессе работы с интерфейсом программного обеспечения ЭВМ.
--	--	--	--	-------------------------------	--

### Содержание и структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц (252 часа).

Трудоемкость дисциплины по видам работ очное обучение

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	5 семестр	7 семестр
Лекции (Л)	18	20
Практические занятия (ПЗ)	6	–
Лабораторные работы (ЛР)	12	20
КСР	3	4
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	60	64
Подготовка и сдача экзамена	–	36
Подготовка и сдача зачета	9	–
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет	экзамен

Трудоемкость дисциплины по видам работ заочное обучение

Вид работы	Трудоемкость, час.	
	7 семестр	8 семестр
Лекции (Л)	4	4
Практические занятия (ПЗ)	2	2
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
КСР	3	4
Самостоятельная работа (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам, рубежному контролю и т.д.)	96	84
Подготовка и сдача экзамена	–	36
Подготовка и сдача зачета	9	–
Вид итогового контроля (зачет, экзамен)	зачет	экзамен

Содержание разделов и формы текущего контроля очное обучение

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам*	Виды интерактивных образовательных технологий**
		Аудиторная работа				СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
5 семестр									
1	<p><i>Численные методы оптимизации установившихся режимов</i></p> <p>Исходная информация для решения задачи оптимизации режимов. Основные задачи оптимизации в электроэнергетике. Допустимый и оптимальный режимы. Применение метода множителей Лагранжа при решении задач оптимизации в электроэнергетике. Тепловая и гидротепловая системы. Определение оптимального распределения нагрузки между ТЭС методом множителей Лагранжа. Наивыгоднейшее распределение нагрузки между ТЭС без учета потерь активной мощности. Оптимальное распределение нагрузки между агрегатами электростанций. Оптимальная последовательность включения агрегатов электростанций. Определение оптимального распределение нагрузки в энергосистемес ГЭС и ТЭС методом множителей Лагранжа. Оптимальное распределение нагрузки при постоянном напоре ГЭС. Оптимальное распределение нагрузки при переменном напоре ГЭС.</p>	10	2	8	1	24	41	Р .1 № 3	<p>Проблемная лекция – 2</p> <p>Работа в команде – 8</p>
2	<p><i>Методы нелинейного программирования для оптимизации установившихся режимов</i></p> <p>Теория экстремума в нелинейных задачах электроэнергетики. Методы возможных направлений. Метод оптимизации при постоянной длине шага. Метод наискорейшего спуска. Критерии сходимости. Применение</p>	8	4	4	2	36	58	Р .1 № 3	<p>Лекция-визуализация – 2</p> <p>Работа в команде – 4</p>

	градиентных методов оптимизации в электроэнергетике. Метод проектирования градиента. Учет ограничений при решении задач оптимизации в электроэнергетике. Оптимизация режима электроэнергетической системы методом Ньютона.								
7 семестр									
3	<p><i>Общая структура алгоритмов расчета установившегося режима электроэнергетической системы</i></p> <p>Способы задания исходных данных, формирование уравнений установившегося режима. Элементы схемы замещения ЭЭС. Банк данных. БД и ее функции. Способы задания нагрузки. Составления направленного графа. Матрицы инцидентий в узлах и контурах. Законы Ома и Кирхгофав матричной форме. Прямой метод расчета токораспределения. Метод контурных токов. Уравнения узловых напряжений сложной энергосистемы, записанные через матрицы узловых проводимостей и узловых сопротивлений. Базисный и балансирующий узлы. Разделение системы комплексных уравнений на действительные и мнимые части. Формирование матрицы узловых проводимостей, программная реализация.</p>	4		4		4	12	Р .1 №1, Р .1 №2	<p>Лекция-визуализация – 2</p> <p>Проблемная лекция – 2</p> <p>Опережающие самостоятельные работы</p> <p>Работа в команде</p>
4	<p><i>Применение точных и итерационных методов для решения линейных уравнений узловых напряжений</i></p> <p>Метод Гаусса. Вычислительная схема с прямым и обратным ходом. Методы Зейделя и простой итерации. Сравнение точных и итерационных методов по критерию вычислительной эффективности установившегося режима в зависимости от свойств энергосистемы.</p>	4		4		4	12	Р .1 №1, Р .1 №2	<p>Лекция-визуализация – 2</p> <p>Проблемная лекция – 2</p> <p>Опережающие самостоятельные работы</p>

5	<p><i>Методы предварительного преобразования системы уравнений установившегося режима</i></p> <p>Способ учета слабой заполненности матрицы узловых проводимостей электроэнергетической системы. Эквивалентирование схемы электроэнергетической системы при расчете установившегося режима. Вычисление матрицы узловых проводимостей и вектор-столбца задающих токов эквивалентной системы.</p>	4			2	4	10	Р .1 №1, Р .1 №2	<p>Лекция-визуализация – 2</p> <p>Проблемная лекция – 2</p> <p>Опережающие самостоятельные работы</p>
6	<p><i>Методы решения нелинейных уравнений установившегося режима</i></p> <p>Запись нелинейных уравнений установившегося режима электроэнергетической системы в общей форме. Зависимые и независимые переменные. Запись нелинейных уравнений установившегося режимов в форме баланса мощностей и в форме баланса токов. Сущность метода Ньютона, область применения. Матрица производных (Якобиан), вектор столбец невязки. Решение уравнений узловых напряжений в форме баланса токов методом Ньютона. Сходимость, существование и единственность решения нелинейных уравнений установившегося режима. Монотонная и колебательная сходимости. Применение метода Гаусса, Зейделя, простой итерации и метода матрицы узловых сопротивлений для решения нелинейных уравнений узловых напряжений. Применение метода по параметру для решения нелинейных уравнений узловых напряжений</p>	4		12	2	4	22	Р .1 №1, Р .1 №2	<p>Лекция-визуализация – 2</p> <p>Проблемная лекция – 2</p> <p>Опережающие самостоятельные работы</p> <p>Работа в команде</p>
7	<p><i>Проверка колебательной и апериодической устойчивости режима сложной</i></p>	4				12	16	Р .1 №2	<p>Лекция-визуализация – 2</p>

	<p><i>энергосистемы</i></p> <p>Виды устойчивости. Простейшие способы оценки статической устойчивости электроэнергетической системы: энергетический и практический критерии. Связь статической устойчивости и знаков корней характеристического уравнения. Применение метода малых колебаний для анализа статической устойчивости сложной электроэнергетической системы. Система линеаризованных уравнений малых колебаний в операторной форме. Запись характеристического определителя и характеристического уравнения для сложной электроэнергетической системы. Применение критерия Гурвица для анализа статической устойчивости электроэнергетической системы. Правила записи определителей Гурвица. Применение метода Михайлова для анализа статической устойчивости электроэнергетической системы. Годограф Михайлова. Применение метода D-разбиения комплексной плоскости для оценки устойчивости электроэнергетической системы</p>								<p>Проблемная лекция – 2</p> <p>Опережающие самостоятельные работы</p>
8	<p><i>Анализ статической устойчивости при расчете установившегося режима и определение режимов, предельных по аperiodической устойчивости</i></p> <p>Связь статической устойчивости электроэнергетической системы и сходимости итерационного процесса расчета установившегося режима. Анализ статической устойчивости по знакам Якобиана в точке решения в точке начального приближения.</p>					12	12	Р.1 №2	

	<p>Определения режимов, предельных по апериодической устойчивости. Способы утяжеления режима. Коэффициент запаса устойчивости сложной электроэнергетической системы. Выбор пути утяжеления режима</p>								
9	<p><i>Основные определения вывод основного уравнения модального анализа свойств электроэнергетической системы.</i>  Анализ мод электромеханических колебаний. Выделение системных, подсистемных и локальных мод. Способ повышения качества демпфирования на системной частоте. Методы расчета собственных значений и собственных векторов матрицы состояний электроэнергетической системы. Степенной метод. Степенной метод со сдвигом. Методы вычисления полного спектра собственных значений и собственных векторов матрицы состояний электроэнергетической системы в одном итерационном цикле. Матрица Хессенберга. Блочнo-треугольная форма записи матрицы состояний. Алгоритм QR-разложения матрицы Хессенберга для определения собственных значений матрицы состояний электроэнергетической системы. Элементарная матрица вращения.</p>					12	12	P .1 №2	
10	<p><i>Оптимизация режима работы сложной энергосистемы</i>  Применение симплексного метода при решении задач оптимизации в электроэнергетике. Метод искусственного базиса и модифицированный симплексный метод.</p>					12	12	P .1 №2	

Занятия, проводимые в интерактивной форме, составляют 30 % от общего количества аудиторных часов по дисциплине Оптимизация электроэнергетических систем.

Содержание разделов и формы текущего контроля заочное обучение

№	Наименование и содержание раздела	Количество часов						Литература, рекомендуемая студентам*	Виды интерактивных образовательных технологий**
		Аудиторная работа				СРС	Всего		
		Л	ПЗ	ЛР	КСР				
5 семестр									
1	<i>Численные методы оптимизации установившихся режимов</i>	2	2	4	1	45	54	Р .1 № 3	
2	<i>Методы нелинейного программирования для оптимизации установившихся режимов</i>	2			2	51	55	Р .1 № 3	
7 семестр									
3	<i>Общая структура алгоритмов расчета установившегося режима электроэнергетической системы</i>			4		10	14	Р .1 №1, Р .1 №2	
4	<i>Применение точных и итерационных методов для решения линейных уравнений узловых напряжений</i>					10	10	Р .1 №1, Р .1 №2	
5	<i>Методы предварительного преобразования системы уравнений установившегося режима</i>	2	2		2	10	16	Р .1 №1, Р .1 №2	
6	<i>Методы решения нелинейных уравнений установившегося режима</i>	2			2	10	14	Р .1 №1, Р .1 №2	
7	<i>Проверка колебательной и апериодической устойчивости режима сложной энергосистемы</i>					10	10	Р .1 №2	
8	<i>Анализ статической устойчивости при расчете установившегося режима и определение режимов, предельных по апериодической устойчивости</i>					10	10	Р .1 №2	
9	<i>Основные определения вывод основного уравнения модального анализа свойств электроэнергетической системы.</i>					10	10	Р .1 №2	
10	<i>Оптимизация режима работы сложной энергосистемы</i>					14	10	Р .1 №2	

**Лабораторные работы очное обучение****Семестр 5**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Расстановка устройств телемеханики в ЭЭС	4
2	1	Оптимизация установившегося режима ЭЭС методом Лагранжа	4
3	2	Оптимизация установившегося режима ЭЭС по активной мощности	4

**Семестр 7**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Определение параметров схемы замещения электрической системы с использованием электронной базы данных	4
2	4	Использование программного пакета MATCAD для самостоятельного составления программ ЭВМ для расчета установившегося режима сложной энергосистемы	4
3	6	Применение программного пакета RASTR для расчета установившегося режима энергосистемы	4
4	6	Применение программного пакета ЭНЕРГИЯ для расчета установившихся режимов и токов короткого замыкания электроэнергетической системы	4
5	6	Использование программного пакета MATCAD для самостоятельного составления программ ЭВМ для моделирования утяжеления режима сложной энергосистемы	4

**Лабораторные работы заочное обучение****Семестр 7**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	1	Расстановка устройств телемеханики в ЭЭС	4

**Семестр 8**

№ ЛР	№ раздела	Наименование лабораторных работ	Кол-во часов
1	3	Определение параметров схемы замещения электрической системы с использованием электронной базы данных	4

**Практические занятия очное обучение****Семестр 5**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Использование метода Лагранжа для решения задач оптимизации в электроэнергетике	2
2	2	Использование градиентного и покоординатного методов для решения задач оптимизации в электроэнергетике	2
3	2	Использование метода Ньютона для решения задач оптимизации в электроэнергетике	2

**Практические занятия заочное обучение**

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
1	1	Использование метода Лагранжа для решения задач	2

№ занятия	№ раздела	Тема	Кол-во часов
		оптимизации в электроэнергетике	
2	2	Использование градиентного и покоординатного методов для решения задач оптимизации в электроэнергетике	2

### **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

#### **Основная литература**

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети: [учебник для студентов электроэнергетических специальностей] / В.И. Идельчик – М.: Издательский дом Альянс, 2009 – 592 с.
2. Исмагилов Ф.Р. Применение ЭВМ для расчета и проверки устойчивости режима сложной энергосистемы: [учебное пособие для студентов очной, заочной форм обучения, обучающихся по направлению 140200 «Электроэнергетика», специальности 140205 «Электроэнергетические системы и сети»] / Ф.Р. Исмагилов, Д.В. Максудов – Уфа: УГАТУ, 2011 – 155 с.
3. Исмагилов Ф.Р., Максудов Д.В. Математические методы оптимизации режимов энергосистемы. – Уфа: УГАТУ, 2007. – 105 с.
4. Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии . А. А. Герасименко, В. Т. Федин. – Ростов-на-Дону: Феникс, Красноярск: Издательские проекты, 2006. – 720 с.
5. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети. – М.: Логос: Университетская книга, 2008. – 254 с.
6. Аттетков, А. В. Введение в методы оптимизации / А. В. Аттетков, В. С. Зарубин, А. Н. Канатников. – М.: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2008. – 269 с.
7. Гончаров, В. А. Методы оптимизации. – М.: Высшее образование: Юрайт, 2010. – 190 с.

#### **Дополнительная литература**

1. Соболев Б.В. Методы оптимизации: практикум / Б.В. Соболев, Б.Ч. Месхи, Г.И. Каньгин – Ростов-на-Дону: Феникс, 2009. – 377 с.
2. Исмагилов Ф.Р. Расчеты на ЭВМ установившихся режимов электроэнергетической системы: лабораторный практикум по дисциплине «Применение ЭВМ в энергетике» / Ф.Р. Исмагилов, Д.В. Максудов; Уфимский государственный авиационный технический университет – Уфа: УГАТУ, 2008 – 46 с.
3. Исмагилов Ф.Р. Оптимизация установившихся режимов электроэнергетической системы.: лабораторный практикум по дисциплине «Оптимизация в энергетике» / Ф.Р. Исмагилов, Д.В. Максудов; Уфимский государственный авиационный технический университет – Уфа: УГАТУ, 2008 – 29 с.
4. Пантелеев, А. В. Методы оптимизации в примерах и задачах / А. В. Пантелеев, Т. А. Летова. – М.: Высшая школа, 2008. – 544 с.

#### **Интернет-ресурсы (электронные учебно-методические издания, лицензионное программное обеспечение)**

1. На сайте библиотеки УГАТУ <http://library.ugatu.ac.ru/> в разделе «Информационные ресурсы», подраздел «Доступ к БД» размещены ссылки на интернет-ресурсы.
2. Программный пакет Rastr, применяемый в диспетчерских управлениях федеральной сетевой компании для расчета и оптимизации режима сложной энергосистемы

#### **Методические указания к практическим занятиям**

Методические указания имеются в открытом доступе на сайте кафедры em-ugatu.ru

#### **Методические указания к лабораторным занятиям**

1. Исмагилов Ф.Р. Расчеты на ЭВМ установившихся режимов электроэнергетической системы: лабораторный практикум по дисциплине «Применение

ЭВМ в энергетике» / Ф.Р. Исмагилов, Д.В. Максудов; Уфимский государственный авиационный технический университет – Уфа: УГАТУ, 2008 – 46 с.

2. Исмагилов Ф.Р. Оптимизация установившихся режимов электроэнергетической системы.: лабораторный практикум по дисциплине «Оптимизация в энергетике» / Ф.Р. Исмагилов, Д.В. Максудов; Уфимский государственный авиационный технический университет – Уфа: УГАТУ, 2008 – 29 с.

**Методические указания к курсовому проектированию и другим видам самостоятельной работы**

Методические указания имеются в открытом доступе на сайте кафедры em-ugatu.ru

**Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторные работы проходят в дисплейном классе кафедры «Электромеханика» ФГБОУ ВПО УГАТУ.

**1. Перечень установленного оборудования**

Оборудование	Тип	Количество
Системный блок	ASUS P8H61-MX R 2.0/PCI-E/CPU Intel Core i3-2120/DDR-III DIMM 4 Gb/HDD 1 TB SATA-II/CDRW	8
Монитор	20" BenQ G2055	8
Клавиатура	Genius	8
Мышь	Genius	8
Интерактивная доска	Интерактивная система 87" ActivBoard 387 ProMountDPL на отдельном настенном креплении, ПО ActivInspire	1
Др. оборудование		

**2. Перечень имеющегося программного обеспечения**

Наименование программного продукта	Тип и номер лицензии	Примечания
Компас 3DV13	Коммерческая лицензия КК-1101067	Программный пакет предназначенный для разработки конструкторской документации и прочностных расчетов узлов авиационных агрегатов
Matlab	Коммерческая лицензия №726128, №726130	Пакет математических расчетов и моделирования электромеханических преобразователей энергии объектов авиационной промышленности
Ansys	Академическая лицензия № 00451253	Программный пакет для моделирования физических процессов в узлах и элементах авиационной техники
Elcut	Академическая лицензия	Программный пакет предназначенный для моделирования и расчетов тепловых и

		электромагнитных процессов в авиационной и космической технике
DEFORM 3D	Бессрочная академическая лицензия, локальная, 8-ми процессорная (1 процессор = 1 ядро) лицензия на 1 решатель. Сетевая лицензия на 1 пре/пост-процессор	Система моделирования технологических процессов, предназначенная для анализа трехмерного (3D) поведения металла при различных процессах обработки давлением
Инструменты для разработки параллельных программ Intel	Бессрочные учебные лицензии; C++ Compiler for Windows/Linux (30), Fortran Compiler for Linux (15), VTune™ Performance Analyzer for Windows / Linux (30), Thread Checker for Windows/Linux (30), Thread Profiler for Windows (15), MPI Library for Linux (15), Math Kernel Library for Windows/Linux (30), Math Kernel Library Cluster Edition for Windows/Linux (30), Cluster OpenMP* for Intel® C++ Compiler for Linux (15). Cluster OpenMP* for Intel® Fortran Compiler for Linux. Бессрочные академические лицензии Intel MPI Library (2)	Программные пакеты, предназначенные для разработки компьютерных приложений, используемых при проектировании, наладке и управлении различными узлами и устройствами.

### **Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ**

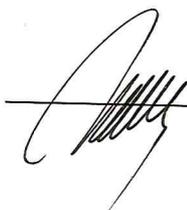
Данное направление подготовки входит в Перечень специальностей и направлений подготовки, при приеме на обучение по которым поступающие проходят обязательные предварительные медицинские осмотры (обследования) в порядке, установленном при заключении трудового договора или служебного контракта по соответствующей должности или специальности, утвержденный постановлением Правительства Российской Федерации от 14 августа 2013 г. № 697. На основании этого на данное направление подготовки лица, требующие индивидуальных условий обучения, не принимаются.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

## Научно-методического совета по УГСН 13.00.00 Электро- и теплотехника.

Настоящим подтверждаю, что представленный комплект аннотаций рабочих программ учебных дисциплин по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по направленности «Электроэнергетические системы и сети» реализуемой по очной и заочной формам обучения, **соответствует** рабочим программам учебных дисциплин основной профессиональной образовательной программы.

Председатель НМС  
по УГСН 13.00.00



Исмагилов Ф.Р.

«28» 09 2015г.