

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования  
«ИРКУТСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**

Структурное подразделение «Электрических станций, сетей и систем»

**УТВЕРЖДЕНА:**

на заседании кафедры электрических станций, сетей и систем

Протокол №7 от 10 марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**«МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ»**

---

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

---

Электрические станции

---

Квалификация: Бакалавр

---

Форма обучения: заочная

---

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Составитель программы: Акишин Леонид  
Александрович  
Дата подписания: 19.05.2025

Документ подписан простой электронной  
подписью  
Утвердил и согласовал: Федосов Денис  
Сергеевич  
Дата подписания: 05.06.2025

Год набора – 2025

Иркутск, 2025 г.

# 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1 Дисциплина «Математические задачи электроэнергетики» обеспечивает формирование следующих компетенций с учётом индикаторов их достижения

Код, наименование компетенции	Код индикатора компетенции
ПКР-1 Способность к оформлению и представлению результатов выполненной научно-исследовательской работы в области профессиональной деятельности	ПКР-1.1

## 1.2 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы

Код индикатора	Содержание индикатора	Результат обучения
ПКР-1.1	Выполняет математические описания объектов профессиональной деятельности в области электроэнергетики при самостоятельных исследованиях и экспериментах	<b>Знать</b> Знать матричную алгебру, теорию графов, методы нахождения корней алгебраических уравнений и методы оптимизации в объеме, необходимом для решения задач электроэнергетики. <b>Уметь</b> Уметь применять современные методы математического моделирования и математического программирования при решении задач электроэнергетики <b>Владеть</b> Владеть навыками использования математических моделей и методов при исследованиях и экспериментах в области электроэнергетики

## 2 Место дисциплины в структуре ООП

Изучение дисциплины «Математические задачи электроэнергетики» базируется на результатах освоения следующих дисциплин/практик: «Математика», «Теоретические основы электротехники»

Дисциплина является предшествующей для дисциплин/практик: «Качество электроэнергии в ЭЭС», «Электроэнергетические системы и сети», «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах»

## 3 Объем дисциплины

Объем дисциплины составляет – 4 ЗЕТ

Вид учебной работы	Трудоемкость в академических часах (Один академический час соответствует 45 минутам астрономического часа)		
	Всего	Семес	Семестр № 3

		гр № 2	
Общая трудоемкость дисциплины	144	36	108
Аудиторные занятия, в том числе:	16	2	14
лекции	6	2	4
лабораторные работы	0	0	0
практические/семинарские занятия	10	0	10
Контактная работа, в том числе	0	0	0
в форме работы в электронной информационной образовательной среде	0	0	0
Самостоятельная работа (в т.ч. курсовое проектирование)	119	34	85
Трудоемкость промежуточной аттестации	9	0	9
Вид промежуточной аттестации (итогового контроля по дисциплине)	, Экзамен, Курсовая работа		Экзамен, Курсовая работа

#### 4 Структура и содержание дисциплины

##### 4.1 Сводные данные по содержанию дисциплины

###### Семестр № 2

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение по дисциплине							1		Собеседование
	Промежуточная аттестация									
	Всего									

###### Семестр № 3

№ п/п	Наименование раздела и темы дисциплины	Виды контактной работы						СРС		Форма текущего контроля
		Лекции		ЛР		ПЗ(СЕМ)		№	Кол. Час.	
		№	Кол. Час.	№	Кол. Час.	№	Кол. Час.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Применение матричной алгебры и теории графов в электроэнергетике									Собеседование
2	Решение систем									Собеседование

	линейных и нелинейных алгебраических уравнений									ание
3	Расчет установившихся режимов электрических сетей									Собеседование
	Промежуточная аттестация							9		Экзамен, Курсовая работа
	Всего							9		

#### 4.2 Краткое содержание разделов и тем занятий

##### Семестр № 2

№	Тема	Краткое содержание
1	Введение по дисциплине	Общая характеристика дисциплины, ее цель и задачи. Содержание дисциплины. Общая характеристика задач электроэнергетики. Применение математики для решения задач электроэнергетики.

##### Семестр № 3

№	Тема	Краткое содержание
1	Применение матричной алгебры и теории графов в электроэнергетике	Матрица, классификация матриц. Определитель квадратной матрицы, способы его вычисления. Действия с матрицами. Транспонированная матрица. Обратная матрица. Способы вычисления обратной матрицы. Понятие об электрической системе как объекте математического исследования. Электрические и расчетные схемы ЭЭС. Режимы работы ЭЭС и их математическое описание. Понятие о методах расчета режимов. Понятие о графе электрической сети, дерево и хорды, независимые узлы и контуры. Первая и вторая матрицы инцидентий. Матричное описание режимов работы ЭЭС. Законы Ома и Кирхгофа в матричной форме. Общее уравнение состояния электрической системы. Уравнения узловых напряжений, матрица узловых проводимостей. Уравнения контурных токов, матрица контурных сопротивлений.
2	Решение систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений	Решение систем линейных уравнений (СЛУ). Понятие о методах решения СЛУ. Запись СЛУ в матричной форме. Метод обратной матрицы. Метод определителей. Метод Гаусса, его преимущества и недостатки, способы преодоления недостатков. Учет слабой заполненности матрицы коэффициентов. Метод Жордана-Гаусса для вычисления обратной матрицы. Метод простой

		итерации. Метод Зейделя. Сходимость итерационных методов, их преимущества и недостатки. Решение систем нелинейных уравнений (СНУ). Понятие о нелинейных уравнениях, описывающих режимы работы электрических систем, и методах их решения. Метод простой итерации. Метод Зейделя. Метод Ньютона. Алгоритм метода Ньютона
3	Расчет установившихся режимов электрических сетей	Схема замещения электрической сети. Расчет параметров установившегося режима разомкнутой электрической сети методом "в два этапа". Определение потоков и потерь мощности в элементах сети на первом этапе. Векторная диаграмма падения напряжения в элементе сети. Определение падений напряжения в элементах сети и рабочих напряжений в узлах на втором этапе. Метод "в два этапа" как итерационный метод. Баланс мощностей. Расчет параметров установившегося режима кольцевой сети методом "в два этапа". Линейные уравнения узловых напряжений {УУН} в форме баланса токов в узлах. Нелинейные УУН в форме баланса токов в узлах, их решение методом линеаризаций. Нелинейные УУН в форме баланса мощностей в узлах, их решение методом Ньютона. Определение параметров режима (потоков и потерь мощности, падений напряжения в элементах сети) по найденным значениям рабочих напряжений в узлах

#### 4.3 Перечень лабораторных работ

Лабораторных работ не предусмотрено

#### 4.4 Перечень практических занятий

##### Семестр № 3

№	Темы практических (семинарских) занятий	Кол-во академических часов
1	Применение матричной алгебры и теории графов в электроэнергетике	4
2	Решение систем линейных и нелинейных алгебраических уравнений	4
3	Расчет установившихся режимов электрических сетей	2

#### 4.5 Самостоятельная работа

##### Семестр № 2

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	34

### Семестр № 3

№	Вид СРС	Кол-во академических часов
1	Подготовка к практическим занятиям	85

В ходе проведения занятий по дисциплине используются следующие интерактивные методы обучения: В ходе проведения лекций, практических и лабораторных работ используются следующие интерактивные методы обучения, например, дискуссия, проводимая в форме публичного обсуждения по поводу заданного спорного вопроса, проблемы.

## 5 Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины

### 5.1 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

#### 5.1.1 Методические указания для обучающихся по курсовому проектированию/работе:

В начале четвертого семестра каждый студент получает от преподавателя задание на курсовую работу по дисциплине. Задания с исходными данными по вариантам и методические указания к курсовой работе приведены в [3]. На курсовую работу отведено 20 часов в рамках самостоятельной работы. В расписание занятий студентов в четвертом семестре добавляются консультации по курсовой работе (еженедельно).

Тема курсовой работы: Расчет установившихся режимов электрической сети

В задании на курсовую работу даны две электрические схемы сетей: разомкнутая и кольцевая. Варьируемыми по вариантам величинами в задании являются: схема сети – разомкнутая или кольцевая;

данные о линиях и подстанциях;

данные о режимах работы сети.

Одним из важных этапов решения электроэнергетических задач является расчёт установившихся (стационарных) режимов электрических сетей. По оценке доля расчетов установившихся режимов в расчетной практике составляет 80%.

Целью расчёта установившегося режима (физического состояния) электрической сети является определение электрических параметров состояния: напряжений в узлах, электрических токов и потоков мощности по ветвям, потерь мощности в сети и пр.

Результаты таких расчётов позволяют выяснить:

- 1) осуществим ли данный режим электрической сети, т. е. возможна ли передача требуемой мощности от источников электрической энергии к потребителям;
- 2) находятся ли в заданных (допустимых) пределах напряжения в узлах;
- 3) допустимы ли токовые нагрузки элементов электрических сетей в нормальных и послеаварийных режимах.

Наряду с решением перечисленных вопросов, расчёты установившихся режимов электрических сетей необходимо проводить при исследовании условий работы электрических систем в переходных, послеаварийных режимах. При решении задач оперативной оценки текущих состояний и управления ими, оптимизации краткосрочных и долгосрочных режимов, при оценке и планировании потерь электроэнергии и ряде других задач эксплуатации, развития и проектирования электрических систем.

В первом разделе курсовой работы применяется «ручной» традиционный метод расчёта установившегося режима электрических сетей – метод «в два этапа». Знание традиционного метода «ручного расчета» даёт возможность глубже понимать физический процесс, происходящий в сети, устанавливать взаимосвязь режимных и схемных параметров между собой и принимать правильные решения при управлении режимами в результате их анализа. Алгоритм расчета методом в «два этапа» изложен в курсе лекций [1] и в учебнике [3].

Во втором разделе для расчета установившегося режима электрической сети применяется универсальный матричный метод расчета. Для построения алгоритмов расчёта параметров установившихся режимов используются узловые и контурные уравнения. Наиболее применимы в указанной задаче уравнения узловых напряжений (УУН) как наиболее удобные для реализации на ЭВМ. Уравнения узловых напряжений записывают в форме баланса токов или баланса мощностей. Алгоритм расчета матричным методом изложен в курсе лекций [1] и в учебнике [3].

Курсовая работа оформляется в виде пояснительной записки, которая должна соответствовать стандарту ИРНИТУ [7].

Каждый раздел курсовой работы начинается с краткого изложения решаемой в разделе задачи (инженерной и математической характеристики), метода и алгоритма ее решения.

Выполненные расчеты приводятся целиком. Исключение составляют решения систем линейных и нелинейных уравнений, выполняемых с помощью системы MathCad. В этом случае приводятся только результаты – значения корней решенной системы уравнений.

В расчетах для определения значения какой-либо величины обязательно пишется формула, далее подставляются значения всех входящих в формулу величин, и только потом приводится результат расчета.

Для полученных значений величин всегда указывается размерность. Например, для активной мощности  $P$  указываем МВт, кВт или Вт.

### **5.1.2 Методические указания для обучающихся по практическим занятиям**

Математические задачи электроэнергетики: сб. задач для практ. занятий специальности 100100 "Электр. ст." / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 23 с.

Цель практических занятий по дисциплине заключается в том, чтобы студенты приобрели умения и навыки в использовании известных современных математических моделей и методов для решения задач электроэнергетики.

Для практических занятий обучающийся использует представленный выше сборник задач с вариантами исходных данных к каждой задаче и контрольными вопросами по темам дисциплины. В приложениях сборника приведен необходимый справочный материал по электрооборудованию для решения задач.

На практических занятиях (32 аудиторных часа) каждый студент самостоятельно по назначенному преподавателем варианту решает задачи из сборника с использованием начитанного лекционного материала и основной и дополнительной учебной литературы. При необходимости студент обращается за консультацией к преподавателю. Проверка правильности полученных результатов решения каждой задачи обычно является последним действием алгоритма решения и доказывается математически самим студентом.

Все решения задач должны быть оформлены в виде отчетов по практическим занятиям (один отчет по каждой теме дисциплины с решениями задач) и подписаны после проверки преподавателем. Подписанные отчеты с решенными задачами обучающийся обязан принести с собой на экзамен.

На практических занятиях преподавателем проводится проверка текущей

успеваемости по дисциплине: каждый обучающийся должен ответить на контрольные вопросы по очередной теме, показать решенные по теме самостоятельно задачи и объяснить их решение. Успевающим по дисциплине считается обучающийся, выполняющий учебную работу в соответствии с графиком, обусловленным расписанием занятий и составленным преподавателем.

Подготовка к практическим занятиям выполняется студентом в рамках самостоятельной работы по дисциплине. В отведенные на подготовку часы студент завершает решение задач и готовится к проверке текущей успеваемости.

### **5.1.3 Методические указания для обучающихся по самостоятельной работе:**

1. Подготовка к практическим занятиям [8 часов].

Заключается в просмотре студентом материала лекций и учебников, относящегося к теме предстоящего практического занятия, и, при необходимости, студент заканчивает решение задачи, начатое им на предыдущем занятии.

2. Подготовка к сдаче и текущей успеваемости в виде ответов на контрольные вопросы по темам дисциплины и защиты решений задач из [2].

Заключается в изучении материала лекций для ответов на контрольные вопросы из [2] по изучаемой в соответствии с графиком теме дисциплины и подготовке защиты студентом решения задач по теме.

## **6 Фонд оценочных средств для контроля текущей успеваемости и проведения промежуточной аттестации по дисциплине**

### **6.1 Оценочные средства для проведения текущего контроля**

#### **6.1.1 учебный год 2 | Собеседование**

##### **Описание процедуры.**

преподаватель проводит собеседование индивидуально с каждым студентом на практических занятиях по текущим темам совместно с защитой отчетов по решенным задачам.

##### **Критерии оценивания.**

Критерий оценки: в течение семестра каждый обучающийся проходит собеседование по каждой теме на практических занятиях. На основании ответа на заданные один-два вопроса по теме и защите отчета по решенным задачам по этой же теме оценивается по двухбалльной системе текущая успеваемость по дисциплине. Оценки по текущей успеваемости учитываются при промежуточной аттестации.

#### **6.1.2 учебный год 3 | Собеседование**

##### **Описание процедуры.**

преподаватель проводит собеседование индивидуально с каждым студентом на практических занятиях по текущим темам совместно с защитой отчетов по решенным задачам.

##### **Критерии оценивания.**

Критерий оценки: в течение семестра каждый обучающийся проходит собеседование по каждой теме на практических занятиях. На основании ответа на заданные один-два вопроса по теме и защите отчета по решенным задачам по этой же теме оценивается

по двухбалльной системе текущая успеваемость по дисциплине. Оценки по текущей успеваемости учитываются при промежуточной аттестации.

## 6.2 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### 6.2.1 Критерии и средства (методы) оценивания индикаторов достижения компетенции в рамках промежуточной аттестации

Индикатор достижения компетенции	Критерии оценивания	Средства (методы) оценивания промежуточной аттестации
ПКР-1.1	Способность самостоятельно применять для решения задач электроэнергетики математические методы и модели.	Выполнение и защита курсовой работы, устное собеседование на экзамене.

### 6.2.2 Типовые оценочные средства промежуточной аттестации

#### 6.2.2.1 Семестр 3, Типовые оценочные средства для проведения экзамена по дисциплине

##### 6.2.2.1.1 Описание процедуры

К экзамену допускаются обучающиеся, прошедшие все этапы текущего контроля (собеседование по темам дисциплины, защита отчётов по решенным задачам на практических занятиях, защита курсовой работы). На экзамен ко времени, указанному в расписании, приходит вся учебная группа (по согласованию с преподавателем). Экзамен состоит из двух частей: письменной и устной. Обучающиеся, получив билет, в течение 40 минут в письменной форме тезисно отвечают на вопросы билета и решают в общем виде задачу. На письменной части экзамена обучающимся не разрешается разговаривать друг с другом и пользоваться конспектами лекций, литературой, средствами связи. После сдачи всеми обучающимися письменных ответов начинается устная часть экзамена. На устную часть экзамена обучающийся предоставляет преподавателю написанный собственноручно конспект лекций. Преподаватель выслушивает устные ответы каждого обучающегося по вопросам и задаче в билете и при необходимости задает 1-2 дополнительных вопроса по теоретическому курсу из расчёта около 10 минут на обучающегося.

Пример задания:

1. Понятие о математическом программировании и математическом моделировании.
2. Метод Ньютона как метод линеаризации.
3. Задача.

##### 6.2.2.1.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
Обучающийся обнаруживает	Обучающийся знает основной	Обучающийся обнаруживает	Обучающийся обнаруживает пробелы

<p>глубокое знание учебного материала по дисциплине, посвященного применению математических моделей и методов для решения сложных задач электроэнергетики . Обучающийся умеет свободно выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей как традиционными методами «ручного счета», так и матричными методами, реализованными в существующих компьютерных программах для расчета больших и сложных электрических сетей. умеет применять Обучающийся умеет свободно использовать методы оптимизации для решения задач проектирования и эксплуатации систем электроэнергетики . Обучающийся усвоил основную образовательную программу дисциплины и знаком с дополнительной литературой.</p>	<p>учебный материал по дисциплине, посвященного применению математических моделей и методов для решения сложных задач электроэнергетики . Обучающийся умеет выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей как традиционными методами «ручного счета», так и матричными методами, реализованными в существующих компьютерных программах для расчета больших и сложных электрических сетей. умеет применять Обучающийся умеет использовать методы оптимизации для решения задач проектирования и эксплуатации систем электроэнергетики . Обучающийся усвоил основную литературу, рекомендованную в программе. Обучающийся показал систематический характер знаний по дисциплине и способность к их</p>	<p>знание основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии. Обучающийся с трудом выполняет расчеты установившихся режимов электрических сетей традиционными и матричными методами. Обучающийся допускает ошибки при использовании методов оптимизации для решения задач проектирования и эксплуатации систем электроэнергетики. Обучающийся справился с выполнением заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой. Обучающийся допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя</p>	<p>в знаниях основного учебно программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий. Обучающийся не умеет выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей традиционным и матричными методами. Обучающийся допускает грубые ошибки при использовании методов оптимизации для решения задач проектирования и эксплуатации систем электроэнергетики. .</p>
---	---	---	--

<p>Обучающийся усвоил взаимосвязь основных понятий дисциплины в их значении для приобретаемой профессии, проявил творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала</p>	<p>самостоятельному пополнению и обновлению в ходе дальнейшей учебной работы и профессиональной деятельности</p>		
---	--	--	--

### 6.2.2.2 Семестр 3, Типовые оценочные средства для курсовой работы/курсового проектирования по дисциплине

#### 6.2.2.2.1 Описание процедуры

Защита курсовой работы проходит в форме доклада и последующего собеседования с преподавателем по вопросам из следующего списка:

#### Пример задания:

1. Понятие об электрической сети и режимах ее работы.
2. Понятие о схеме замещения электрической сети и ее параметрах.
3. Схема замещения воздушной линии.
4. Схема замещения двухобмоточного трансформатора.
5. Потери мощности и зарядная мощность в воздушной линии.
6. Потери мощности в двухобмоточном трансформаторе.
7. Векторная диаграмма падения напряжения в элементе сети.
8. Понятие об установившемся режиме электрической сети, цель его расчета.
9. Расчет режима разомкнутой электрической сети методом "в два этапа".
10. Расчет режима кольцевой электрической сети методом "в два этапа".
11. Понятие о матричных методах расчета установившихся режимов электрических сетей. Этапы расчета параметров установившихся режимов матричными методами.
11. Линейные уравнения установившегося режима электрической сети.
12. Нелинейные уравнения установившегося режима в форме баланса узловых токов.
13. Уравнения установившегося режима электрической сети в форме баланса узловых мощностей.
14. Понятие о способах и методах решения систем нелинейных уравнений установившихся режимов электрических сетей.
15. Определение параметров установившегося режима электрической сети по известным значениям рабочих напряжений в узлах.
16. Почему для расчетов установившихся режимов преимущественно используют УУН.
17. Матрица собственных и взаимных проводимостей узлов, правила ее формирования.
18. Учет поперечных проводимостей ветвей графа сети в УУН.

19. Что обуславливает нелинейность УУН?
20. Условия окончания итерационных процессов определения рабочих напряжений в узлах.
21. Решение нелинейных УУН методом линеаризации.
22. Решение нелинейных УУН методом Ньютона.
23. Как задаются начальные приближения рабочих напряжений в узлах при решении нелинейных УУН итерационными методами?

#### 6.2.2.2 Критерии оценивания

Отлично	Хорошо	Удовлетворительно	Неудовлетворительно
<p>Курсовая работа выполнена самостоятельно и в срок. Обучающийся показал глубокое знание теоретического материала по теме курсовой работы, умение применять существующий математический аппарат для решения сложной задачи электроэнергетики. Материал в пояснительной записке изложен грамотно, логично, последовательно. Оформление работы отвечает всем требованиям нормоконтроля. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты расчетов, адекватно ответить на поставленные вопросы.</p>	<p>Курсовая работа выполнена самостоятельно, возможно несущественное отступление от срока. Обучающийся показал знание теоретического материала по теме проекта, однако анализ, аргументация своей точки зрения, обобщения и выводы вызывают у него незначительные затруднения. Материал не всегда излагается логично, последовательно, однако это не мешает целостному восприятию работы. Имеются незначительные недочеты в оформлении. Во время защиты обучающийся показал умение кратко, доступно представить результаты</p>	<p>Курсовая работа выполнена самостоятельно, но с существенными отступлениями от срока. Обучающийся не в полной мере владеет теоретическим материалом по теме проекта, слабо проявлено умение применять существующий математический аппарат для решения сложной задачи электроэнергетики. Материал не всегда излагается логично, последовательно. Имеются недочеты в оформлении работы. Во время защиты обучающийся испытывает затруднения в представлении результатов и в ответах на поставленные вопросы, однако имеет представление о методах расчета и может их использовать для решения задач электроэнергетики.</p>	<p>Курсовая работа выполнена не самостоятельно, с существенными отступлениями от срока. Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебно программного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий (не знает в достаточной мере методы решения задач электроэнергетики). Обучающийся не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза, не способен выполнять расчеты режимов электрических сетей и систем.</p>

	расчетов режимов, однако испытывал затруднения при ответе на отдельные вопросы.		
--	---	--	--

## 7 Основная учебная литература

1. Герасименко А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. "Электроэнергетика" / А. А. Герасименко, В. Т. Федин, 2006. - 716.
2. Математические задачи электроэнергетики : сб. задач для практ. занятий специальности 100100 "Электр. ст." / Иркут. гос. техн. ун-т, 2006. - 23.
3. Акишин Л. А. Математические задачи электроэнергетики : учебное пособие / Л. А. Акишин, 2022. - 152.

## 8 Дополнительная учебная литература и справочная

1. Идельчик В. И. Электрические системы и сети : учебник для студентов электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик, 1989. - 592.
2. Веников В. А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем : учеб. для энерг. спец. вузов / В. А. Веников, В. Г. Журавлев, Т. А. Филиппова, 1990. - 349.
3. Справочник по проектированию электрических сетей : справочное издание / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро; под ред. Д. Л. Файбисовича, 2012. - 374.
4. Свеженцева О. В. Методы оптимизации в электроэнергетике : учебное пособие / О. В. Свеженцева, 2014. - 70.
5. Арзамасцев Д. А. Модели и методы оптимизации развития энергосистем : учебное пособие по курсу "Модели оптимального развития энергосистем" / Д. А. Арзамасцев, А. В. Липес, А. Л. Мызин, 1976. - 145.
6. Филиппова Т. А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник для академического бакалавриата вузов по профилю "Электроэнергетические системы и сети" направления подготовки "Электроэнергетика и электротехника" / Т. А. Филиппова, 2017. - 293.
7. Демидович Б. П. Основы вычислительной математики : учеб. пособие для вузов / Б. П. Демидович, И. А. Марон, 1970. - 664.

## 9 Ресурсы сети Интернет

1. <http://library.istu.edu/>
2. <https://e.lanbook.com/>

## 10 Профессиональные базы данных

1. <http://new.fips.ru/>
2. <http://www1.fips.ru/>

## **11 Перечень информационных технологий, лицензионных и свободно распространяемых специализированных программных средств, информационных справочных систем**

1. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2007
2. Microsoft Windows (XP Prof + Vista Bussines) rus VLK поставка 08\_2008
3. Microsoft Windows XP Prof rus (с активацией, коммерческая)
4. Microsoft Windows Seven Professional (Microsoft Windows Seven Starter) - Seven, Vista, XP\_prof\_64, XP\_prof\_32 - поставка 2010
5. Microsoft Windows XP Professional 32 bit SP2\_для ВРТНК
6. Microsoft Windows Server Standard 2008 - клиентские лицензии\_для КУИЦ
7. Microsoft Windows XP Professional 32bit SP2\_rus\_VLK\_для КУИЦ
8. Microsoft Windows High Performance Computing (HPC) Server 2008
9. Microsoft Windows Seven Professional [1x100] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x100]) - поставка 2010
10. Microsoft Windows Seven Professional [1x1000] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [5x200]) - поставка 2010
11. Microsoft Windows Seven Professional [1x500] RUS (проведен апгрейд с Microsoft Windows Seven Starter [1x500])\_поставка 2010
12. Microsoft Windows Server Standard 2008 R2 Russian Academic OPEN 1 License No Level
13. Microsoft Windows Professional 8 Russian
14. Microsoft Windows Server CAL 2008 Russian Academic OPEN 1 License No Level Device CAL Device CAL
15. Microsoft Office 2003 VLK (поставки 2007 и 2008)
16. Microsoft Office 2007 VLK (поставки 2007 и 2008)
17. Microsoft Office 2007 Standard - 2003 Suites и 2007 Suites - поставка 2010
18. Microsoft Office 2003 rus для ВРТНК
19. Microsoft Office 2003 Suite SB Edition\_для ВРТНК
20. Microsoft Office Standard (2007 + 2003)\_rus\_VLK\_для КУИЦ
21. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ООО "Азон"
22. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"
23. Microsoft Office Professional Plus 2010\_RUS\_ поставка 2010 от ЗАО "СофтЛайн Трейд"

24. Microsoft Office Standard 2010\_RUS\_ поставка 2010\_(артикул 021-09683)

25. Microsoft Office Professional Plus ALNG LicSAPk MVL School A Faculty (79P-03774)\_поставка 2010\_подписка 2011 и 2012 с/ф №284

26. Microsoft Office Professional Plus 2013

## **12 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

1. Аудитория с мультимедийным оборудованием.

2. Компьютерный класс.