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» | «УТВЕРЖДАЮ» |
| Директор ИМиА  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Бодров О.А.  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г | Проректор РОПиМД  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Корячко А.В.  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г |
| Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_/ Круглов С.А.  «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г |  |

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

К.М.01.ДВ.02.01 «Оптимизация развития электроэнергетических систем»

Направление подготовки

13.06.01 «Электро- и теплотехника»

Направленность (профиль) подготовки

«Электротехнология»

Уровень подготовки

Аспирантура

Квалификация выпускника – преподаватель-исследователь

Формы обучения – очная, заочная

Рязань 2020 г.

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

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

Основные задачи освоения учебной дисциплины:

- 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.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Коды**  **компетенции** | **Содержание**  **компетенций** | **Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине** |
| ПК-3 | Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения | Знать: приемы и способы отбора информации в сфере профессиональной деятельности.  Уметь: систематизировать и структурировать необходимую информацию для формирования ресурсно-информационной базы для решения профессиональных задач.  Владеть: способами использования информационной базы для решения профессиональных задач образования. |
| ПК-2 | способность осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование, а также соответствующие технологии производства и исследования приборов и узлов вакуумной и плазменной электроники | Знать: технологии производства и исследования приборов и узлов вакуумной и плазменной электроники;  Уметь: осваивать новое технологическое, исследовательское, и контрольно-измерительное оборудование; |

1. **2. Место дисциплины в структуре ОПОП аспирантуры**

Данная дисциплина относится к вариативной части блока №1 (Б1.В.00). Дисциплина изучается по очной форме обучения на 3 курсе в 5 семестре.

***Пререквизиты дисциплины:***

Дисциплина базируется на знаниях, полученных в ходе изучения следующих дисциплин: «Специальная дисциплина по направлению подготовки "Электро- и теплотехника"».

До начала изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:

1. **Знать:**
2. - основные методы и средства расчета электрических цепей постоянного и переменного тока;
3. - основные электроизмерительные приборы;
4. - работу электрических машин и электрического привода постоянного и переменного тока;
5. - основные характеристики и закономерности переходных процессов, возникающих в электрических цепях постоянного и переменного тока;
6. - закономерности работы устройств энергетики, включая характеристики работы объектов электроэнергетики;
7. - основные принципы формирования систем электроснабжения промышленных предприятий;
8. -математические методы оптимизации.
9. **Уметь:**
10. - использовать методы математической оптимизации;
11. - проводить расчеты электрических цепей постоянного и переменного тока;
12. - работать с электроизмерительными приборами;
13. - анализировать переходные процессы, возникающие в электрических цепях постоянного и переменного тока;
14. - выявлять закономерности работы устройств энергетики, включая характеристики работы устройств электроэнергетики;
15. - формировать системы электроснабжения предприятий, городов, сельского хозяйства.
16. **Владеть:**
17. - навыками расчета электрических цепей постоянного и переменного тока.
18. - современными методами анализа переходных процессов, возникающих в электрических цепях постоянного и переменного тока;
19. - методами и приемами анализа закономерностей работы устройств энергетики, включая характеристики работы объектов электроэнергетики;
20. - проектирования систем электроснабжения предприятий.

***Постреквизиты дисциплины:***

Компетенции, полученные в ходе изучения дисциплины, могут быть полезны при изучении следующих дисциплин: «Управление качеством электроэнергии».

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

Общая трудоемкость (объем) дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц (ЗЕ).

**Для очной формы обучения:**

|  |  |
| --- | --- |
| **Вид учебной работы** | **Семестр** |
| 5 |
| **Аудиторные занятия (всего)** | **48** |
| В том числе: |  |
| Лекции | 24 |
| Практические занятия | 24 |
| **Самостоятельная работа (всего)** | **60** |
| В том числе: |  |
| Самостоятельные занятия | 18 |
| Экзамен и консультации | 36 |
| Консультации в семестре | 6 |
| Вид промежуточной аттестации (КП, зачет, экзамен) | Экзамен |
| Общая трудоемкость час | 108 |

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

В структурном отношении программа представлена 3 модулями.

1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики;
2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций;
3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами.

Каждый блок включает содержание основных дидактических единиц соответствующего раздела по особенностям электроснабжения отечественных потребителей, список обязательной литературы и контрольные вопросы.

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

|  |  |
| --- | --- |
| **Раздел дисциплины**  **(модуля)** | **Содержание** |
|
| **Тема 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики** |  |
| Раздел 1.1.  Постановка задачи  оптимизации в ЭЭС. | Постановка задачи оптимизации в ЭЭС. Математическая модель оптимизационных задач в общем виде. Технико-экономические задачи. |
| Раздел 1.2. Основные методы решения задач оптимизации режимов в схеме с ТЭС – 6 часов. | 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. |
| **Тема 2.**  **Методы оптимизации режимов работы электрических станций** |  |
| 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. |
| 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. |
| 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. |
| 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. |
| **Тема 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами.** |  |
| 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. |
| 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. |
| 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 (модуля) 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**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Раздел дисциплины (модуля, тема)** | **Общая**  **трудоемкость,**  **всего часов** | **Контактная работа обучающихся**  **с преподавателем** | | | | **Самостоятельная**  **работа**  **обучающихся** |
| **всего** | **Лекции** | **Лабораторные работы** | **практические**  **занятия** |
| 1. Режимы работы электрических станций и их энергетические характеристики | 36 | 16 | 8 | - | 8 | 20 |
| 2. Методы оптимизации режимов работы электрических станций | 36 | 16 | 8 | - | 8 | 20 |
| 3. Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами | 36 | 16 | 8 | - | 8 | 20 |
| Всего: | 108 | 48 | 24 | - | 24 | 60 |

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

Самостоятельное изучение тем учебной дисциплины способствует:

закреплению знаний, умений и навыков, полученных в ходе аудиторных занятий; углублению и расширению знаний по отдельным вопросам и темам дисциплины; освоению умений прикладного и практического использования полученных знаний; освоению теории передачи электрической энергии переменным током, физики процессов, происходящих в электрических сетях и системах, способы моделирования элементов и электрической сети в целом, методов расчётов их эксплуатационных режимов, а также развитию представлений о требованиях к улучшению режимов электрических сетей и об условиях оптимального управления ими.

Самостоятельная работа как вид учебной работы может использоваться на лекциях, семинарских и практических занятиях, а также иметь самостоятельное значение – внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся – при подготовке к лекциям, семинарам и практическим занятиям, написании рефератов, докладов, подготовке к экзамену.

Основными видами самостоятельной работы по дисциплине являются:

Доработка конспекта лекции с применением учебника, методической и дополнительной литературы; изучение и конспектирование первоисточников; подбор иллюстраций (примеров) к теоретическим положениям; подготовка сообщения, доклада, реферата на заданную тему, самостоятельное изучение отдельных вопросов и тем курса «Методы оптимизации структур и режимов работы объектов электроэнергетики».

**Перечень методического обеспечения самостоятельной работы:**

1. Правила технической эксплуатации электрических систем и сетей Российской Федерации. Госэнергонадзор Минэнерго России.- М.:ЗАО «Энергосервис», 2013.-368 с.

2. Правила устройства электроустановок. – По состоянию на 1 февраля 2008 г. – М.: КНОРУС, 2013. – 488 с.

3. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. Госэнергонадзор Минэнерго России.- М.:ЗАО «Энергосервис», 2013.-392 с.

4. Васильева Т.Н. Надежность электрооборудования и систем электроснабжения. М.: Горячая линия - Телеком, 2014. -152с.

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

Фонд оценочных средств по дисциплине «Оптимизация развития электроэнергетических систем» см. в Приложении №1.

1. **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**
2. **7.1. Основная учебная литература:**
3. 1. Чемборисова, Н.Ш. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей: учеб. пособие/ Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель; АмГУ, Эн.ф.. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. -104 с.
4. 2. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учеб./ Т.А. Филиппова. -Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та, 2005. -298 с.:a-рис.
5. 3. Н.Ш. Чемборисова, А.С. Степанов, В.М. Пейзель. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей(учебное пособие). Благовещенск: АмГУ. 2006.
6. **7.2. Дополнительная учебная литература:**

4. Филиппова, Н.Г. Основы разработки экспертных систем поддержки принятия решений в электроэнергетике : Лаб. практикум по курсу "Оптимизация развития энергосистем": учеб. пособие/ Н. Г. Филиппова. -М.: Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2003. -48 с.

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

1. Термины и определения в электроэнергетике [http://www.gosthelp.ru/text/ terminyiopredeleniyavelek.html](http://www.gosthelp.ru/text/%20terminyiopredeleniyavelek.html)

2. Федеральные информационно-образовательные ресурсы: http://www.iict.ru/ru/2013-09-26-07-37-00

3. Интернет-библиотека образовательных изданий, в которой собраны электронные учебники, справочные и учебные пособия. Удобный поиск по ключевым словам, отдельным темам и отраслям знаний: <http://www.iqlib.ru/>.

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

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

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

**9.4. Рекомендации по подготовке к экзамену.**

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

10. Программное обеспечение

В курсе используется программное обеспечение:

* Microsoft Windows по программе DreamSpark Membership ID 700565236;
* MS Office 2003 Std Open License 19996967 с 16.12.2005 – бессрочно;
* MATLAB, Simulink Classroom (License 629623-629637 c 28.11.2010 — бессрочно);
* Kaspersky Endpoint Security на 1000 рабочих мест (лицензия №2304-180222-115814-600-1595 до 05.03.2019).

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

Для освоения дисциплины необходимы:

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

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

Программа составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего профессионального образования по направлению подготовки 13.06.01 «Электро- и теплотехника» (утвержден 3 сентября 2015г. № 955, зарегистрировано в Минюсте России 25 сентября 2015г. № 39014) (квалификация выпускника – исследователь. Преподаватель - исследователь, форма обучения – очная).

В программу внесены изменения в соответствии с переименованием ВУЗа и коррекцией учебного плана в 2017 г.

|  |
| --- |
| Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры промышленной электроники, протокол № от 2017 г. |

Программу составил:

к.т.н., доцент кафедры ПЭл В.С. Иванов

Зав. кафедрой ПЭл

к.т.н., доцент. С.А. Круглов

Приложение №1

**Фонд оценочных средств**

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

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

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

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

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

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

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используется компьютерное тестирование.

По итогам курса обучающиеся сдают экзамен. Форма проведения экзамена – устный ответ, по утвержденным экзаменационным билетам, сформулированным с учетом содержания учебной дисциплины. В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса по темам курса и одна практическая задача.

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

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины  (результаты по разделам) | Код контролируемой  компетенции  (или её части) | Наименование  оценочного  средства |
| 1 | Режимы работы электрических станций и  их энергетические характеристики | ПК-2, ПК-3 | Экзамен |
| 2 | Методы оптимизации режимов работы электрических станций | ПК-2, ПК-3 | Экзамен |
| 3 | Оптимизация режимов с целью управления энергосистемами | ПК-2, ПК-3 | Экзамен |

**Критерии выставления оценки**

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание.

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на все вопросы билета и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплины (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной).

Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала экзамена отказался его сдавать или нарушил правила сдачи экзамена (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д., а также, если на момент экзамена студент не сдал курсовой проект или лабораторные работы.

**Типовые контрольные задания или иные материалы**

**Вопросы к экзамену по дисциплине**

1. Общая постановка задачи оптимизации режимов ЭЭС.

2. Оптимизация режима в схеме, содержащей только ТЭС, без учета потерь активной мощности в сети.

3. Оптимизация режима в схеме, содержащей ТЭС и ГЭС, без учета потерь активной мощности в сети.

4. Оптимизация режима по активной мощности с учетом потерь в сети.

5. Графическая оптимизация режима в схеме, содержащей только ТЭС, без учета потерь активной мощности в сети.

6. Оптимизация режима по активной мощности с использованием расходных характеристик (2 станции).

7. Оптимизация качественных показателей электроэнергии.

8. Задание ограничения в виде штрафных функций.

9. Расчет неопределенного множителя Лагранжа при оптимизации режима в схеме с ГЭС.

10. Оптимизация режима по активным мощностям станций в условиях рыночных отношений.

11. Распределение нагрузки между агрегатами станций

12. Распределение реактивных нагрузок

13. Энергетические характеристики станций с одинаковыми агрегатами

14. Построение эквивалентных характеристик станции при заданном составе работающих агрегатов

15. Выбор состава агрегатов в тепловой энергосистеме

16. Комплексная оптимизация режимов электроэнергетической системы

17. Упрощенный алгоритм комплексной оптимизации режимов электроэнергетической системы

18. Внутристанционная оптимизация режима ГЭС

19. Задача оптимизации долгосрочных режимов ГЭС

20. Оптимизация распределения мощностей в замкнутом контуре

21. Оптимизация режима питающей сети по реактивной мощности

22. Методы оптимизации режима водохранилища одиночной ГЭС

23. Оптимальное планирование ремонтов энергетического оборудования

24. Эксплуатационные свойства электростанций

25. Роль ГЭС в повышении экономичности и надежности энергосистемы

26. Виды энергетических характеристик

27. Энергетические характеристики тепловых электростанций

28. Способы получения энергетических характеристик

29. Статистические характеристики станций

**Типовые задания для самостоятельной работы**

1. Чтение и анализ научной литературы по темам и проблемам курса.
2. Конспектирование, аннотирование научных публикаций.
3. Рецензирование учебных пособий, монографий, научных статей, авторефератов.
4. Анализ нормативных документов и научных отчётов.
5. Реферирование научных источников.
6. Сравнительный анализ научных публикаций, авторефератов и др.
7. Проектирование методов исследования и исследовательских методик и др.
8. Подготовка выступлений для коллективной дискуссии.

**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.

**Планы семинарских и практических занятий**

**Практическое задание 1. «Основные методы решения задач оптимизации режимов в схеме с ТЭС».**

Цель: рассмотреть основные методы решения задач при наличии в системе электроснабжения ТЭС.

Вопросы для обсуждения

1. Особенности оптимизации если в системе содержится только тепловые станции;
2. Методы решения использующиеся при решении системы состоящей из ТЭС.

Задания для самостоятельной работы

1. Изучить следующие вопросы:
   * Оптимизация режима градиентным методом.

Рекомендуемая литература:

1. Чемборисова, Н.Ш. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей: учеб. пособие/ Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель; АмГУ, Эн.ф.. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. -104 с.

2. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем: учеб./ Т.А. Филиппова. -Новосибирск: Изд-во Новосиб.

гос. техн. ун-та, 2005. -298 с.:a-рис.

**Практическое задание 2. «Оптимизация режимов в схеме только с ТЭС».**

Цель: рассмотреть основные методы решения оптимизации задач на стации ТЭС (оптимизация внутристанционных режимов и распределение нагрузка между агрегатами).

Вопросы для обсуждения

1. Представление расхода топлива на ТЭС;

2. Распределение нагрузки между агрегатами станции, если они обладают одинаковыми

расходными характеристиками;

3. Распределение нагрузки между агрегатами станции, если они обладают разными

расходными характеристиками.

Задания для самостоятельной работы

Изучить следующие вопросы:

* + Допустимые значения генерируемой мощности
  + Критерии экономичности энергосистемы

Рекомендуемая литература:

1. Чемборисова, Н.Ш. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей: учеб. пособие/ Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель; АмГУ, Эн.ф.. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. -104 с.

2. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и

электроэнергетических систем: учеб./ Т.А. Филиппова. -Новосибирск: Изд-во Новосиб.

гос. техн. ун-та, 2005. -298 с.:a-рис.

**Практическое задание 3. «Оптимизация режима в энергосистеме смешанного типа».**

Цель: рассмотреть основные методы решения оптимизации задач в системе содержащей ТЭС и ГЭС.

Вопросы для обсуждения

1. составление баланса расхода между ТЭС и ГЭС;

2. роль ГЭС в балансе энергосистемы

Задания для самостоятельной работы

Изучить следующие вопросы:

* + Баланс электрических мощностей в сетях с ГЭС

Рекомендуемая литература:

1. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и

электроэнергетических систем: учеб./ Т.А. Филиппова. -Новосибирск: Изд-во Новосиб. гос. техн. ун-та, 2005. -298 с.:a-рис.

**Практическое задание 4. «Оптимизация режима с учетом активных потерь в сети».**

Цель: рассмотреть основные методы решения оптимизации задач в системе, если учитываются активные потери электроэнергии.

Вопросы для обсуждения

1. составление баланса расхода при учете активных потерь;

2. способы и методы решения задач при учете активных потерь в энергосистеме.

Задания для самостоятельной работы

Изучить следующие вопросы:

* + Целевая функция минимизации расхода топлива.

Рекомендуемая литература:

1. Чемборисова, Н.Ш. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей: учеб. пособие/ Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель; АмГУ, Эн.ф.. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. -104 с.

**Практическое задание 5. «Комплексная оптимизация режима».**

Цель: рассмотреть комплексную оптимизацию режимов с учетом распределения нагрузки между станциями и распределением по электрической сети.

Вопросы для обсуждения

1. учет реактивных потерь при расчете режима;

2. декомпозиция задачи оптимизации.

Задания для самостоятельной работы

Изучить следующие вопросы:

* + Влияние межсистемных перетоков мощности в задачах оптимизации.

Рекомендуемая литература:

1. Чемборисова, Н.Ш. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей: учеб. пособие/ Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель; АмГУ, Эн.ф.. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. -104 с.

2. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и

электроэнергетических систем: учеб./ Т.А. Филиппова. -Новосибирск: Изд-во Новосиб.

гос. техн. ун-та, 2005. -298 с.:a-рис.

**Практическое задание 6. «Применение при оптимизации режимов методов ньютоновского типа».**

Цель: использование метода Ньютона, при оптимизации режимов.

Вопросы для обсуждения

1. применение метода Ньютона для оценки ущербов при электроснабжении;

2. использование метода штрафных функций.

Задания для самостоятельной работы

Изучить следующие вопросы:

* + Ущерб потребителей от некачественной электроэнергии.

Рекомендуемая литература:

1. Чемборисова, Н.Ш. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей: учеб. пособие/ Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель; АмГУ, Эн.ф.. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. -104 с.

2. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и

электроэнергетических систем: учеб./ Т.А. Филиппова. -Новосибирск: Изд-во Новосиб.

гос. техн. ун-та, 2005. -298 с.:a-рис.

**Практическое задание 7. «Задачи оптимизации режимов в энергосбережении».**

Цель: использование метода Ньютона, при оптимизации режимов.

Вопросы для обсуждения

1. применение метода Ньютона для оценки ущербов при электроснабжении;

2. использование метода штрафных функций.

Задания для самостоятельной работы

Изучить следующие вопросы:

* + Планирование режимов «от потребностей к ресурсам» или от « ресурсов к потребностям».

Рекомендуемая литература:

1. Чемборисова, Н.Ш. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей: учеб. пособие/ Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель; АмГУ, Эн.ф.. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. -104 с.

2. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и

электроэнергетических систем: учеб./ Т.А. Филиппова. -Новосибирск: Изд-во Новосиб.

гос. техн. ун-та, 2005. -298 с.:a-рис.

**Практическое задание 8. «Оптимизация режимов в краткосрочных циклах управления».**

Цель: использование метода Ньютона, при оптимизации режимов.

Вопросы для обсуждения

1. применение метода Ньютона для оценки ущербов при электроснабжении;

2. использование метода штрафных функций.

Задания для самостоятельной работы

Изучить следующие вопросы:

* + Планирование режимов «от потребностей к ресурсам» или от « ресурсов к потребностям».

Рекомендуемая литература:

1. Чемборисова, Н.Ш. Оптимизация режимов электроэнергетических систем и сетей: учеб. пособие/ Н. Ш. Чемборисова, А. С. Степанов, В. М. Пейзель; АмГУ, Эн.ф.. -Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2006. -104 с.

2. Филиппова, Т.А. Энергетические режимы электрических станций и

электроэнергетических систем: учеб./ Т.А. Филиппова. -Новосибирск: Изд-во Новосиб.

гос. техн. ун-та, 2005. -298 с.:a-рис.

**Типовые задачи**

Задача 1. При известном составе агрегатов нагрузка наивыгоднейшим образом распределяется между агрегатами. Критерием оптимизации является минимум стока на работающих агрегатах.

Задача 2. Может решаться совместно с третьей или самостоятельно. Текущий контроль за режимом напряжения реактивными мощностями дает необходимую информацию о мощностях станции и позволяет определенным образом распределить их между агрегатами. Чаще всего реактивная мощность определяется между агрегатами равномерно.

Задача 3. Если ГЭС регулирует частоту в системе, то она имеет определенную величину вращающегося резерва. Снижение вращающегося резерва недопустимо, так как оно может привести к аварийным ситуациям в системе.

Задача 4. Для надежного регулирования напряжения необходимо в определенных ситуациях быстро увеличить располагаемую реактивную мощность работающих агрегатов.

Задача 5. Если условия работы ГЭС отличаются от тех, которые были заданы при оперативном планировании, то задача корректировки параметров состояния - нагрузок и состава агрегатов

Задача 6. Эта задача может решаться совместно 5 или самостоятельно. Текущий контроль за режимом (реактивными мощностями) даёт необходимую информацию о требуемых реактивных мощностях и позволяет определить число синхронных компенсаторов.