

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Амурский государственный университет»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной и научной работе

А.В. Лейфа

» 14.09

2021г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Методы оптимизации в задачах электроэнергетики

Направление подготовки 13.06.01 "Электро- и теплотехника"

Направленность (профиль) программы аспирантуры Электрические станции и электроэнергетические системы

Год набора 2021

Форма обучения очная

Год обучения 2

Зачет 2 (год обучения)

Лекции 8 (акад. час.)

Практические занятия 8 (акад. час.)

Иная контактная работа (ИКР) 10 (акад. час.)

Самостоятельная работа 82 (акад. час.)

Общая трудоемкость дисциплины 108 (акад. час.), 3 (з.е.)

Составитель А.Н. Козлов, доцент, канд. тех. наук

Факультет энергетический

Кафедра энергетики

Рабочая программа составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 13.06.01 Электро- и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 30.07.2014 № 878.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры энергетики
« 15 » 02 2021 г., протокол № 6

Заведующий кафедрой _____  Н.В. Савина

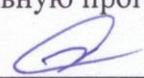
СОГЛАСОВАНО

Заведующий отделом докторантуры и аспирантуры

_____  Е.С. Сизова
« 15 » 05 2021 г.

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой, реализующей образовательную программу

_____  Н.В. Савина
« 15 » 05 2021 г.,

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки

_____  О.В. Петрович
« 15 » 05 2021 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – изучение принципов обеспечения наивыгоднейшего распределения мощностей между генерирующими источниками в современных условиях функционирования электроэнергетического рынка, методов оптимизации режимов сложно-замкнутых неоднородных сетей, структуры и параметров электрических станций.

Задачи дисциплины – приобретение знаний в области оптимизации режимов электроэнергетических систем и основных электрических сетей на основе специальных математических методов и вычислительных средств; формирование навыков по оптимизации структуры, параметров и схем электрических соединений электростанций; изучение методов статической и динамической оптимизации и их применение в задачах электроэнергетики.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОП ВО:

Дисциплина «Методы оптимизации в задачах электроэнергетики» относится к дисциплинам по выбору вариативной части образовательной программы, формируемой участниками образовательных отношений.

Базовой для данной дисциплины является дисциплина «Современные аспекты электроэнергетики».

Знания, полученные при освоении дисциплины, могут быть востребованы при подготовке научно-квалификационной работы (диссертации) на соискание ученой степени кандидата наук.

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

В процессе освоения данной дисциплины аспирант формирует и демонстрирует обладание следующими профессиональными компетенциями:

- владением методологией теоретических и экспериментальных исследований в области профессиональной деятельности (ОПК-1);
- способностью разрабатывать и применять методы математического и физического моделирования в электроэнергетике, осуществлять оптимизацию параметров объектов и режимов электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-3);

В результате изучения дисциплины аспиранты должны:

знать:

- методологию теоретических исследований оптимизационных задач в электроэнергетике, иерархию управления электроэнергетическими системами; задачи диспетчерской службы (ОПК-1);
- методы оптимизации структуры и параметров электрических станций, развития и функционирования электроэнергетических систем, критерии оптимизации при решении задач распределения активной нагрузки между электростанциями; принципы оптимизации состава работающих агрегатов в энергосистеме; функции станций в энергетических балансах системы (ПК-3);

уметь:

- применять методологию теоретических и экспериментальных исследований в области решения оптимизационных задач применительно к электроэнергетическим системам и электрическим станциям (ОПК-1);
- выбирать инновационные способы оптимизации режимов работы электрических сетей, осуществлять оптимизацию параметров объектов и режимов электрических станций и электроэнергетических систем (ПК-3);

владеть навыками:

- поиска и применения информации о технических параметрах оборудования и электрических сетей для использования при решении задач оптимизации (ОПК-1);

- распределения мощностей в энергосистеме на основе аналитических методов оптимизации, оптимизации структуры, параметров и схем электрических соединений электростанций, применения методов статической и динамической оптимизации параметров и режимов объектов и систем электроэнергетики (ПК-3).

4. МАТРИЦА КОМПЕТЕНЦИЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы	Компетенции	
	ОПК-1	ПК-3
Управление энергетическими режимами электрических станций и энергосистем	+	+
Оптимизация уровней напряжения в электрических сетях	+	+
Задачи оптимизации проектных решений в распределительных электрических сетях	+	+
Выбор состава агрегатов энергосистемы	+	+

5. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет **3** зачетные единицы, **108** академических часов.

№ п/п	Тема (раздел) дисциплины, курсовая работа (проект), промежуточная аттестация	Курс	Виды контактной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в академических часах)						Контроль (в академических часах)	Самостоятельная работа (в акад. часах)	Формы текущего контроля успеваемости
			Л	ПЗ	ЛР	ИнКР	КТО	КЭ			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Управление энергетическими режимами электрических станций и энергосистем	2	2	2		2				18	Отчет по практическому занятию (ПЗ)
2	Оптимизация уровней напряжения в электрических сетях	2	2	2		3				23	Отчет по ПЗ
3	Задачи оптимизации проектных решений в распределительных электрических сетях	2	2	2		3				23	Отчет по ПЗ
4	Выбор состава агрегатов энергосистемы	2	2	2		2				18	Отчет по ПЗ
	Зачет	2									
	ИТОГО		8	8		10				82	

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Лекции

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	2	3
1	Управление энергетическими режимами электрических станций и энергосистем	Рациональное управление энергосистемой. Характерные состояния ЭЭС. Параметры режима. Эксплуатационные свойства энергосистем. Декомпозиция задач электроэнергетики. Оперативная координация взаимодействия подсистем энергетики. Оптимальность решения. Баланс мощности. Баланс энергии. Реализация распределения нагрузки при эксплуатации электростанций и энергосистем. Задачи диспетчерской службы. Наивыгоднейшее распределение нагрузки. Основная задача диспетчерской службы. Управление режимами. Пути повышения экономичности режима энергетической системы. Метод множителей Лагранжа. Распределение активной нагрузки между ТЭС. Распределение нагрузки в энергосистеме с ГЭС и ТЭС. Оптимизация длительных режимов системы. Оптимизация краткосрочных режимов. Распределение нагрузки при постоянстве напора ГЭС.
2	Оптимизация уровней напряжения в электрических сетях	Подходы к регулированию напряжения в системообразующей электрической сети. Характеристики устройств регулирования. Основные задачи регулирования напряжения. Средства регулирования напряжения в системообразующих сетях. Комплексная оптимизация режимов электроэнергетической системы. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Компенсирующие устройства поперечной компенсации. Определение требуемой мощности КУ. Учет статических характеристик нагрузки.
3	Задачи оптимизации проектных решений в распределительных электрических сетях	Критерии оптимизации. Выбор рациональной системы напряжений. Экономический радиус действия распределительной сети. Оптимизация конфигурации электрической сети (критерии выбора оптимального варианта).
4	Выбор состава агрегатов ЭЭС	Характеристика задачи. Декомпозиция задачи. Учет реактивной мощности при выборе состава агрегатов. Выбор состава агрегатов в энергосистеме. Пусковые расходы. Выбор состава агрегатов в тепловой энергосистеме. Критерий выгоды отключения. Математическая модель оптимизации состава агрегатов. Выбор стратегии останова агрегатов для заданного графика нагрузки с учетом пусковых расходов. Оптимизация долгосрочных режимов энергосистемы. Долгосрочное планирование балансов мощности и

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
	Выбор состава агрегатов ЭЭС (продолжение)	выработки электроэнергии в системе. Текущее планирование режимов системы. Оптимизация балансов условного и натурального топлива. Оптимальный баланс по натуральному топливу. Долгосрочная оптимизация балансов мощностей системы по типовым графикам нагрузки. Долгосрочная оптимизация балансов выработки электрической энергии.

6.2. Практические занятия

№ п/п	Наименование темы (раздела)	Содержание темы (раздела)
1	Расчет режимов электрической сети с учетом и без учета генерации реактивной мощности линиями	Комплексная оптимизация режимов электроэнергетической системы. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности. Компенсирующие устройства поперечной компенсации.
2	Расчет оптимального коэффициента трансформации	Оптимизация длительных режимов работы системы.
3	Оптимизация режимов электростанций	Оптимизация балансов условного и натурального топлива. Оптимальный баланс по натуральному топливу.
4	Расчет оптимального распределения активной мощности в смешанной системе	Долгосрочная оптимизация балансов мощностей системы по типовым графикам нагрузки.

7. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Форма (вид) самостоятельной работы	Трудоемкость в акад. часах
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
1	Управление энергетическими режимами электрических станций и энергосистем	Подготовка отчета по практической работе	
2	Оптимизация уровней напряжения в электрических сетях	Подготовка отчета по практической работе	
3	Задачи оптимизации проектных решений в распределительных электрических сетях	Подготовка отчета по практической работе	
4	Управление энергетическими режимами электрических станций и энергосистем	Подготовка отчета по практической работе	

8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации дисциплины «Методы оптимизации в задачах электроэнергетики» используются традиционные и современные образовательные технологии. Из современных образовательных технологий применяются информационные и компьютерные технологии с привлечением к преподаванию мультимедийной техники, технологии активного обучения, проблемного обучения. Применяются следующие активные и интерактивные формы проведения занятий: лекции с разбором конкретных ситуаций, проблемные ситуации, компьютерные симуляции.

Самостоятельная работа аспирантов подразумевает работу под руководством преподавателя: консультации и помощь при выполнении индивидуального задания, консультации по разъяснению материала, вынесенного на самостоятельную проработку, индивидуальную работу студента, в том числе в компьютерном классе ЭФ или в библиотеке.

9. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины: зачет (2 год обучения).

Вопросы к зачету (2 год обучения)

1. Характерные состояния ЭЭС
2. Эксплуатационные свойства энергосистем
3. Декомпозиция задач электроэнергетики
4. Баланс мощности
5. Основная задача диспетчерской службы
6. Управление режимами
7. Наивыгоднейшее распределение нагрузки
8. Метод множителей Лагранжа
9. Распределение активной нагрузки между ТЭС
10. Оптимизация длительных режимов системы
11. Оптимизация краткосрочных режимов
12. Распределение нагрузки при постоянстве напора ГЭС
13. Учет нестационарных процессов в нижнем бьефе
14. Основные задачи регулирования напряжения
15. Средства регулирования напряжения в системообразующих сетях
16. Комплексная оптимизация режимов электроэнергетической системы
17. Компенсирующие устройства поперечной компенсации
18. Учет статических характеристик нагрузки
19. Выбор рациональной системы напряжений
20. Экономический радиус действия распределительной сети
21. Оптимизация конфигурации электрической сети (критерии выбора оптимального варианта)
22. Учет реактивной мощности при выборе состава агрегатов
23. Выбор состава агрегатов в энергосистеме. Пусковые расходы.
24. Выбор состава агрегатов в тепловой энергосистеме
25. Критерий выгоды отключения
26. Математическая модель оптимизации состава агрегатов
27. Выбор стратегии останова агрегатов для заданного графика нагрузки с учетом пусковых расходов.
28. Текущее планирование режимов системы.
29. Оптимизация балансов условного и натурального топлива.
30. Оптимальный баланс по натуральному топливу.
31. Долгосрочная оптимизация балансов мощностей системы по типовым графикам нагрузки.
32. Долгосрочная оптимизация балансов выработки электрической энергии

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) литература:

1. Кудрявцев, К. Я. Методы оптимизации: учебное пособие для вузов / К. Я. Кудрявцев, А. М. Прудников. — 2-е изд. — Москва: Издательство Юрайт, 2020. — 140 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-08523-5. — Текст: электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455825> (дата обращения: 13.04.2021).
2. Солдатенков А.С. Математическое моделирование системы управления теплотреблением комплекса зданий [Электронный ресурс]: монография / А.С.

Солдатенков. — Электрон. текстовые данные. — Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2015. — 176 с. — 987-5-361-00317-4. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66660.html>

3. Аттетков А.В. Методы оптимизации [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Аттетков, В.С. Зарубин, А.Н. Канатников. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2018. — 272 с. — 978-5-4487-0322-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/77664.html>

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Интернет-ресурсы

№ <i>1</i>	Наименование <i>2</i>	Описание <i>3</i>
1.	http://www.iprbookshop.ru/	Электронно-библиотечная система IPRbooks – научно-образовательный ресурс для решения задач обучения в России и за рубежом. Уникальная платформа ЭБС IPRbooks объединяет новейшие информационные технологии и учебную лицензионную литературу. Контент ЭБС IPRbooks отвечает требованиям стандартов высшей школы, СПО, дополнительного и дистанционного образования. ЭБС IPRbooks в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
2.	http://e.lanbook.com/	Электронная библиотечная система «Издательства Лань», тематические пакеты: математика, физика, инженерно-технические науки, химия
3.	https://urait.ru	Электронная библиотечная система «Юрайт». ЭБС «Юрайт» в полном объеме соответствует требованиям законодательства РФ в сфере образования
4.	https://elibrary.ru	Научная электронная библиотека журналов
5.	Операционная система MSWindows 7 Pro	Dream Spark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal по договору – Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года

Перечень программного обеспечения (коммерческие программные продукты)

№ п/п <i>1</i>	Перечень программного обеспечения (коммерческие программные продукты) <i>2</i>	Реквизиты подтверждающих документов (при наличии), тип и количество лицензий <i>3</i>	Входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных <i>4</i>
1.	Операционная система MS Windows 7 Pro, Операционная система MS Windows XP SP3	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года	Нет

1	2	3	4
2.	Операционная системаMS Windows 10 Education, Pro	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года	Нет
3.	MS Office 2010 standard	лицензия Microsoft office 2010 Standard RUS OLP ML Academic 50, договор №492 от 28 июня 2012 года	Нет
4.	MS Office 2013/2016 PRO PLUS Academic	Сублицензионный договор № Tr000027462 от 10.12.2015	Нет
5.	MS Access 2010, 2013, 2016, 2019 MS Visio 2010, 2013, 2016, 2019 MS InfoPath 2010, 2013, 2016, 2019 MS OneNote 2010, 2013, 2016, 2019 MS Project 2010, 2013, 2016, 2019	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года	Нет
6.	MS Visual Studio Enterprise 2015 MS Visual Studio Ultimate 2010, 2012, 2013, 2019 MS Visual Studio Professional 2010, 2012, 2013, 2015, 2019	DreamSpark Premium Electronic Software Delivery Renewal по договору - Сублицензионный договор № Tr000074357/КНВ 17 от 01 марта 2016 года	Нет
7.	ARCHICAD 24 Russian (RUS)	Лицензия Free for educational до 28.03.2021 в рамках соглашения о сотрудничестве с редставительством европейского акционерного общества «ГрафисофтСЕ» и ФГБОУ ВО «Амурский государственный университет»	Нет
8.	Autodesk Product Design Suite Ultimate 2017-2021 (Inventor Professional AutoCADAutoCAD Mechanical AutoCAD Raster Design Recap Vault Basic 3ds Max Design Navisworks Manage AutoCAD Electrical)	Электронная лицензия Education Network license Multi-user 3000 concurrent users 3-year term	Нет

1	2	3	4
9.	Autodesk AutoCad Design Suite Ultimate 2017-2021 (AutoCAD AutoCAD Architecture AutoCAD MEP AutoCAD Structural Detailing Showcase AutoCAD Raster Design Recap 3ds Max Navisworks Manage)	Электронная лицензия Education Network license Multi-user 3000 concurrent users 3-year term	Нет
10.	Autodesk Entertainment Creation Suite Ultimate 2017-2021 (Maya 3ds Max Softimage MotionBuilder Mudbox)	Электронная лицензия Education Network license Multi-user 3000 concurrent users	Нет
11.	Kaspersky Endpoint Security 2010	Лицензия (Стандартный Russian Edition. 250-499 Node 1 year Educational Renewal License) 26FE-200406-045956-1-20795 до 05.06.2021	Да
12.	Автоматизированная информационная библиотечная система «ИРБИС 64»	лицензия коммерческая по договору №945 от 28 ноября 2011 года	Да
13.	Программный комплекс «КонсультантПлюс»	лицензия коммерческая по договору №21 от 12 февраля 2020 года	Да
14.	Программная система «Антиплагиат.ВУЗ»	коммерческая лицензия по подписке по лицензионному договору №1182 от 01 апреля 2020 года (до 07.05.2021 г.)	Да
15.	Сервис прокторинга ProctorEDU	Сублицензионный договор №TR000496066 от 25.05.2020	Да
16.	Учебный комплект программного обеспечения КОМПАС-3D V16 на 50 рабочих мест. Проектирование и конструирование в машиностроении	Сублицензионный договор № Ец-15-000059 от 08.12.2015	Да
17.	Учебный комплект: Система прочностного анализа АРМ FEM V16 для КОМПАС-3D V16	Лицензионное соглашение №070A15 от 16.12.2015, 50 рабочих мест по сублицензионному договору № Ец-15-000060 от 08.12.2015	Да
18.	САПР «ГРАЦИЯ»	Лицензия б/н на 10 ПК	Нет
19.	MATLAB+SIMULINK	Academic classroom 25 по договору №2013.199430/949 от 20.11.2013	Нет
20.	Mathcad Education – University Edition	25 раб. мест по Software Order Fulfillment Confirmation, Service Contract # 4A1934168 от 18.12.2014	Нет

1	2	3	4
21.	Comsol Multiphysics	Лицензия на учебный класс по сублицензионному договору №20/15/230 т 16.12.2015	Нет
22.	CS4 Design Standard 4 Academic Edition: Adobe InDesign CS4 Adobe Photoshop CS4 Adobe Illustrator CS4 Adobe Acrobat 9 Pro.	Государственный контракт №242 от 09.03.2010	Нет
23.	Corel DRAW Graphics Suite X7	Educational Lic (5-50) Сублицензионный договор №222 от 11.12.2015	Нет
24..	PSCAD EE MUL	10 раб мест по лицензионному договору №21/13L/860 от 17.10.2013	Нет
25.	RastrWin3 Базовый комплекс	10 лиц. По договору №0323100012213000182-0001592- 01/1144 от 31.12.2013	Да
26.	RastrWin3 Оптимизация режима	10 лиц. по договору №0323100012213000181-0001592- 01/1143 от 31.12.2013 и договору №236 от 02.12.2014	Да
27.	RastrWin3 Коммутационные модели		Да
28.	RastrWin3 ТКЗ		Да
29.	Программный комплекс АРМ СРЗА-4	15 раб. Мест по договору № 205 от 12.11.2014	Нет
30.	Программный комплекс РТП 3	Сублицензионный договор №198/2014 от 07.11.2014	Нет
31.	Model Studio CS Кабельное хозяйство Model Studio CS Компоновщик щитов Model Studio CS ЛЭП Model Studio CS Молниезащита Model Studio CS Открытые распределительные устройства	Сублицензионный договор №192- 20/2014 от 05 .11.2014	Да
32.	Energy CS Режим Energy CS Потери Energy CS ТКЗ	Сублицензионный договор №191- 20/2014 от 05 .11.2014	Да
33.	Labview 2013	Договор №272 от 23.12.2014	Нет
34.	ClearView-SCADA	Договор №178 от 17.10.2014	Нет
35.	Тренажер пооперативным переключениям	Договор № Э-35-2015/261 от 25.12.2015	Нет
36.	Система защиты информации от несанкционированног о доступа Dallas Lock	Договор о сотрудничестве с образовательным учреждением 127- 17-153/1	Да

1	2	3	4
37.	Информационно-справочная система «Кодекс»	Лицензионный договор №7 от	Да

Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

№ п/п	Перечень свободно распространяемого программного обеспечения	Тип лицензий / ссылка на лицензионное соглашение	Входит в Единый реестр российских программ для электронных вычислительных машин и баз данных
1	2	3	4
1.	Scribus	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
2.	Inkscape	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 https://inkscape.org/ru/about/license/	Нет
3.	Blender	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://download.blender.org/release/GPL-license.txt и Apache License, Version 2.0 https://opensource.org/licenses/Apache-2.0	Нет
4.	Google Chrome	Бесплатное распространение по лицензии google chromium http://code.google.com/intl/ru/chromium/terms.html На условиях https://www.google.com/chrome/browser/privacy/eula_text.html	Нет
5.	Mozilla Firefox	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/	Нет
6.	Thunderbird	Бесплатное распространение по лицензии MPL 2.0 https://www.mozilla.org/en-US/MPL/	Нет
7.	Maxima, a Computer Algebra System	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
8.	RStudio	бесплатное распространение по лицензии GNU AGPL-v3.0 https://www.gnu.org/licenses/agpl-3.0-standalone.html	Нет
9.	Ubuntu Desktop	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
10.	Lazarus (Free Pascal)	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
11.	MinGW	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL https://sourceforge.net/p/mingw/mingw-org-wsl/ci/21762bb4a1bd0c88c38eead03f59e8d994349e83/tree/LICENSE	Нет
12.	QT community edition	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
13.	Notepad++	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL https://notepad-plus-plus.org/news/notepad-6.1.1-gpl-enhancement.html	Нет
14.	DOSbox	бесплатное распространение по лицензии GNU GPL-2.0 http://www.gnu.org/licenses/old-licenses/gpl-2.0.html	Нет
15.	Eclipse	бесплатное распространение по стандартной общественной лицензии EPL http://www.eclipse.org/org/documents/epl-v10.php	Нет
16.	LibreOffice	бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL https://ru.libreoffice.org/about-us/license/	Нет
17.	7-Zip	бесплатное распространение по лицензии GNU LGPL http://www.7-zip.org/license.txt	Нет

в) профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№	Наименование	Описание
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
1.	http://duma.gov.ru	Государственная Дума Федерального Собрания Российской Федерации
2.	https://minobrnauki.gov.ru/	Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
3.	http://fgosvo.ru/	Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования.
4.	http://www.edu.ru/index.php	Российское образование. Федеральный портал
5.	http://window.edu.ru	Единое окно доступа к образовательным ресурсам
6.	http://pravo.fso.gov.ru/	Официальный интернет-портал правовой информации. Государственная система правовой информации

1	2	3
7.	https://www.consultant.ru/	База данных законодательства РФ «Консультант Плюс»: кодексы, законы, указы, постановления Правительства РФ
8.	http://rospotrebnadzor.ru	Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
9.	http://www.gosuslugi.ru	Единый портал государственных и муниципальных услуг (функций)
10.	http://old.infosport.ru/xml/t/default.xml	Национальная информационная сеть «Спортивная Россия».
11.	http://www.gks.ru/	Федеральная служба государственной статистики: Официальный сайт с базами данных
12.	http://new.fips.ru/	Федеральный институт промышленной собственности
13.	https://scholar.google.ru/	GoogleScholar —поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин.
14.	https://elibrary.ru/	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU - российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования
15.	http://www.ruscorpora.ru	Национальный корпус русского языка. Информационно-справочная система, основанная на собрании русских текстов в электронной форме
16.	http://www.humanities.edu.ru/	Федеральный портал "Социально-гуманитарное и политологическое образование"
17.	http://neicon.ru	Полнотекстовый архив ведущих западных научных журналов на российской платформе Национального электронно-информационного консорциума (НЭИКОН)
18.	http://www.philosophy.ru/	Философский портал. Стэнфордская философская энциклопедия
19.	http://www.multitran.ru/	Мультитран. Информационная справочная система «Электронные словари»
20.	http://www.mathnet.ru/	Общероссийский математический портал Math-Net.Ru
21.	http://www.culture.mchs.gov.ru	Культура безопасности жизнедеятельности - портал Министерства РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий.

1	2	3
22.	http://www.ict.edu.ru/about	Информационно-коммуникационные технологии в образовании - федеральный образовательный портал.
23.	http://ecsocman.hse.ru	Экономика. Социология. Менеджмент. Федеральный образовательный портал
24.	http://conflictmanagement.ru/	Московская школа конфликтологии. Сайт для профессионалов-конфликтологов.
25.	http://gramota.ru/	Справочно-информационный портал ГРАМОТА.РУ – русский язык для всех
26.	https://gisp.gov.ru/	Государственная информационная система промышленности. Профессиональная база знаний, предоставляющая сервисы для всех субъектов промышленной деятельности — от органов власти Российской Федерации до отдельных предприятий и индивидуальных предпринимателей.
27.	https://gis-zkh.ru/	ГИС ЖКХ – географическая информационно-справочная система жилищно-коммунального хозяйства с данными по Управляющим компаниям и ТСЖ России.
28.	https://gisee.ru/	Государственная информационная система в области энергосбережения и повышения энергетической эффективности. Экспертный портал по вопросам энергосбережения.
29.	http://drsk.ru	Официальный сайт Акционерное общество "Дальневосточная распределительная сетевая компания"
30.	http://www.rushydro.ru/company/	Официальный сайт ПАО «РусГидро»
31.	https://www.gis-tek.ru/	ГИС ТЭК – федеральная государственная информационная система, содержащая информацию о состоянии и прогнозе развития топливно-энергетического комплекса РФ.
32.	https://www.gost.ru/portal/gost/	Федеральное агентство по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт)
33.	https://www.gosuslugi.ru/	Госуслуги. Справочно-информационный интернет-портал. Обеспечивает доступ физических и юридических лиц к сведениям о государственных и муниципальных услугах в Российской Федерации.
34.	http://www.fsk-ees.ru/about/standards_organization/	Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы. Публичное акционерное общество «создано в соответствии с программой реформирования электроэнергетики РФ как организация по управлению Единой национальной (общероссийской) электрической сетью

1	2	3
		(ЕНЭС) с целью ее сохранения и развития.
35.	https://www.runnet.ru	RUNNet (RussianUNiversityNetwork) - научно-образовательная телекоммуникационная сеть, обеспечивающая интеграцию с зарубежными научно-образовательными сетями (NationalResearchandEducationNetworks, NREN) и с Интернет.
36.	http://www.informika.ru	Информика . Сайт Государственного научного предприятия, способствующего обеспечению всестороннего развития и продвижения новых информационных технологий в сферах образования и науки России.
37.	http://economy.gov.ru	Министерство экономического развития Российской Федерации (Минэкономразвития России) — федеральное министерство, осуществляющее выработку и реализацию экономической политики Правительства России по ряду направлений.
38.	http://minpromtorg.gov.ru	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации (Минпромторг России)
39.	https://minenergo.gov.ru/node/234	Министерство энергетики Российской Федерации (Минэнерго России)

11. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Занятия по дисциплине «Методы оптимизации в задачах электроэнергетики» проводятся в специализированных помещениях, представляющих собой аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории. Все помещения, в которых проводятся занятия, соответствуют действующим противопожарным правилам и нормам.

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства, интерактивная доска. Материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point. Для проведения лабораторных и практических занятий и в самостоятельной работе студентов используются технологические схемы, модели процессов. Практические работы проводятся с использованием стационарного и переносного компьютерных классов кафедры энергетики.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.