МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по инновационной деятельности

_____ Савельев К.В.

31.03.2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

2.1.6.1 Оптимальное управление электрическими станциями и электроэнергетическими системами

Научная специальность	2.4.3. Электроэнергетика
Форма обучения	очная
Год начала подготовки	2023
Выпускающая кафедра	Электрические станции
Кафедра-разработчик	Электрические станции
Объем дисциплины, ч. / з.е.	108 / 3
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет

Самара 2023 г.

2.1.6.1«Оптимальное управление электрическими станциями и электроэнергетическими системами»

Разработчик рабочей программы:

Зав. каф ЭС, к.т.н., доцент — А.С. Ведерников
(должность, ученая степень, ученое звание) (ФИО)

РПД рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электрические станции»

Заведующий кафедрой

К.т.н., доц. — А.С. Ведерников
(ученая степень, ученое звание) (ФИО)

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины . . . . . .
2. Требования к результатам освоения дисциплины.. . . . . .
3. Место дисциплины в структуре образовательной программы. . . . . ..
4. Структура и содержание дисциплины . . . . . .
   4.1. Структура дисциплины. . . . . .
   4.2. Содержание дисциплины . . . . . .
5. Образовательные технологии . . . . . .
6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости
   и промежуточной аттестации . . . . . .
   6.1. Перечень оценочных средств для текущего контроля . . . .
   6.2. Состав фонда оценочных средств промежуточной аттестации. . . . . ..
7. Учебно-методическое и информационно-методическое обеспечение. . . . . ..
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»...
9. Материально-техническое обеспечение. . . . .

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – приобретение знаний в области управления электрическими станциями и электроэнергетическими системами, а также оптимизацией их электрических режимов.

2. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении данной дисциплины у аспирантов должны сформироваться знания, умения и навыки, необходимые для осуществления научно-исследовательской деятельности, в том числе для подготовки и защиты диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Таблица 1

Результат освоения дисциплины		
Код результата освоения	Планируемый результат освоения	Результаты обучения (*знать, уметь, владеть)*
ОР4	Сданы зачеты по освоенным дисциплинам, предусмотренным учебным планом и индивидуальным планом работы аспиранта	*Знать:* основные перспективные материалы для производства новых изделий, отвечающих современным требованиям науки и техники *Уметь:* разрабатывать технологическую и конструкторскую документацию на технологические процессы получения перспективных материалов и производства изделий из них *Владеть:* знаниями об основных способах контроля качества выпускаемой продукции на всех технологических этапах получения и обработки перспективных материалов

3. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Дисциплина «Оптимальное управление электрическими станциями и электроэнергетическими системами» является обязательной дисциплиной образовательного компонента учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности 2.4.3. Электроэнергетика.

Освоение дисциплины опирается на знания, умения и навыки, сформированные в процессе обучения по образовательным программам магистратуры или специалитета.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются в ходе выполнения диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость (объем) дисциплины «Оптимальное управление электрическими станциями и электроэнергетическими системами» составляет 3 зачетные единицы (ЗЕТ), 108 академических часов.

Распределение учебного времени, отведенного на дисциплину

Таблица 2

Вид учебной работы	Семестр, час								Всего, ЗЕТ/час.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Аудиторная контактная работа(всего), в том числе			**18**						**0,5 / 18**
Лекции (ЛЗ)			18						0,5 / 18
Практические занятия (ПЗ)									
Самостоятельная работа (всего), в том числе			**90**						**2,5 / 90**
Самостоятельное изучение теоретического материала			44						
Подготовка реферата			10						
Промежуточная аттестация (подготовка к зачету)			36						1 / 36
Форма промежуточной аттестации			зачет						
Итого:			**108**						**3 / 108**

Распределение учебного времени по разделам дисциплины

Таблица 3

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной деятельности и их нагрузка, часы			
		ЛЗ	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Основы управления энергетическими режимами электрических станций и энергосистем.	-	-	22	22
2	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем.	18	-	22	40
Подготовка реферата		-	-	10	10
Подготовка к зачёту		-	-	36	36
Итого:		**18**	**-**	**90**	**108**

4.2. Содержание дисциплины

Содержание лекционных занятий

Таблица 4

№ занятия	**Наименование раздела**	**Тема лекции**	**Количество часов**
3 семестр			
1	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем	Тема 2.1. Основы оптимизации режимов. Оптимальное управление режимами. Методы оптимизации. Эффективность управления. Критерии оптимизации в энергетических режимных задачах.	2
2	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем	Тема 2.1. Основы оптимизации режимов (продолжение). Информация в управлении. Научные принципы решения задач оптимизации режимов. Информационное моделирование режимных задач	2
3	Оптимизация режимов электрических станций и	Тема 2.1. Основы оптимизации режимов (продолжение). Задачи краткосрочной и долгосрочной оптимизации режимов. Математические методы оптимизации режимов. Математическая модель	2

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Количество часов
	энергосистем	управления режимами. Оптимизационная модель. Адаптивная модель. Имитационная модель. Упрощенные математические модели. Многокритериальность управления.	
4	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем	Тема 2.2. Наивыгоднейшее распределение нагрузки потребителей в энергосистеме. Задачи оптимального распределения нагрузки. Оптимальное распределение нагрузки между тепловыми электростанциями. Наивыгоднейшее распределение нагрузки с учетом и без учета потерь активной мощности в сети. Физический смысл равенства относительных приростов.	2
5	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем	Тема 2.2. Наивыгоднейшее распределение нагрузки потребителей в энергосистеме (продолжение). Распределение нагрузки в энергосистеме с ГЭС и ТЭС. Постановка задачи. Вывод уравнения оптимизации.	2
6	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем	Тема 2.2. Наивыгоднейшее распределение нагрузки потребителей в энергосистеме (продолжение). Распределение нагрузки между агрегатами станции. Распределение нагрузки между турбинами ТЭС, работающими на общий паропровод. Распределение реактивных нагрузок. Реализация распределение нагрузки при эксплуатации электростанций и энергосистем.	2
7	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем	Тема 2.3. Комплексная оптимизация режимов системы. Комплексная оптимизация режимов электроэнергетической системы. Постановка задачи. Упрощенный алгоритм комплексной оптимизации режима энергосистемы.	2
8	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем	Тема 2.3. Комплексная оптимизация режимов системы (продолжение). Задачи определения стоимости потоков и потерь мощности и энергии. Моделирование характеристики электростанции. Развитие алгоритма расчета нормального режима с использованием электрических эквивалентов станций и сетей.	2
9	Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем	Тема 2.3. Комплексная оптимизация режимов системы (продолжение). Модель разделения потерь по узлам. Наивыгоднейшее распределение нагрузки для коммерческой эквивалентной схемы оптового рынка электроэнергии. Оценивание состояния электрической сети.	2
		Итого за семестр:	**18**

Содержание самостоятельной работы

Таблица 5

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы	Количество часов
3 семестр			
Основы управления энергетическими режимами электрических станций и энергосистем	Самостоятельное изучение теоретического материала	Тема 1.1. Электроэнергетические системы. Энергетическая система. Понятие об энергетической системе. Единая электроэнергетическая система России. Виды энергосистем по составу генерирующих мощностей. Структура мощностей в энергосистеме. Технологический процесс в энергосистеме. Производственный процесс энергетических объектов. Управление режимами электроэнергетической системы. Требования к энергоснабжению потребителей. Иерархичность управления. Средства и системы управления энергетическими объектами. Средства и системы автоматического управления. Автоматизированные системы управления. Составные части АСУ. Основные задачи, решаемые в АСУ ТП. Оперативно-диспетчерское управление.	22
		Тема 1.2. Потребление электрической энергии. Потребители электроэнергии. Электроприемники промышленных предприятий. Графики нагрузки потребителей. Показатели электропотребления и мощности потребителей. Нагрузка энергосистемы. Прогнозирование электропотребления и графиков нагрузки.	
		Тема 1.3. Эксплуатационные свойства агрегатов и электростанций. Категории мощности агрегатов электрических станций. Эксплуатационные свойства электростанций Экономические оценки различных категорий мощности и выработки электроэнергии. Роль ГЭС в повышении экономичности и надежности энергосистемы.	
		Тема 1.4. Характеристика агрегатов и электростанций. Виды энергетических характеристик. Энергетические характеристики тепловых электростанций. Способы получения энергетических характеристик. Статистические характеристики электростанций. Эквивалентные характеристики электростанций с учетом потерь мощности.	

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы	Количество часов
		Тема 1.5. Балансы мощности и энергии. Структура балансов мощности и энергии системы. Участие станций в энергетических балансах системы. Особенности составления балансов мощности. Особенности составления балансов электроэнергии. Гидростанции с различной степенью регулирования стока в энергетических балансах. Баланс реактивной мощности. Резервы мощности.	
Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем.	Самостоятельное изучение теоретического материала	Тема 2.1. Оптимальные эквивалентные характеристики. Эквивалентные характеристики электростанций. Энергетические характеристики электростанций с одинаковыми агрегатами. Построение эквивалентных характеристик электростанции методом динамического программирования. Построение эквивалентных характеристик электростанции при заданном составе работающих агрегатов. Эквивалентные характеристики ТЭС. Математическая модель. Среднеинтервальные характиристики.	22
		Тема 2.2. Выбор состава агрегатов энергосистемы. Характеристика задачи. Декомпозиция задачи. Учет реактивной мощности при выборе состава. Выбор состава агрегатов энергосистемы. Пусковые расходы. Внутристанционная оптимизация режимов. Выбор состава агрегатов в тепловой энергосистеме. Критерий выгодности отключения. Библиотека эквивалентных характеристик ТЭС. Внутристанционная оптимизация режима ГЭС	
		Тема 2.3. Оптимизация длительных режимов ГЭС. Долгосрочная оптимизация режимов. Особенности оптимизации длительных режимов ГЭС. Задача оптимизации долгосрочных режимов ГЭС. Математическая модель. Методы оптимизации режима водохранилища одиночной ГЭС. Математическая модель для одиночной ГЭС. Алгоритм расчета режима водохранилища одиночной ГЭС. Особенности оптимизации режима группы ГЭС, работающих совместно в энергосистеме. Последовательна корректировка длительного режима водохранилища.	
Основы управления энергетическими ре-	Подготовка реферата		10

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы	Количество часов
жимами электрических станций и энергосистем. Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем.			
Основы управления энергетическими режимами электрических станций и энергосистем. Оптимизация режимов электрических станций и энергосистем.	Подготовка к зачету		36
		Итого за семестр:	**90**

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Технология процесса обучения по дисциплине «Оптимальное управление электрическими станциями и электроэнергетическими системами» включает в себя следующие образовательные мероприятия:

а) аудиторные занятия (лекционные занятия);
б) самостоятельная работа аспирантов;
в) контрольные мероприятия в процессе обучения и по его окончанию;
г) зачет.

В учебном процессе используются как активные, так и интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, метод поиска быстрых решений в группе, мозговой штурм.

Аудиторные занятия проводятся в интерактивной форме с использованием мультимедийного обеспечения (ноутбук, проектор) и технологии проблемного обучения.

Презентации позволяют качественно иллюстрировать занятия схемами, формулами, чертежами, рисунками. Кроме того, презентации позволяют четко структурировать материал занятия.

Электронная презентация позволяет отобразить процессы в динамике, что позволяет улучшить восприятие материала.

Самостоятельная работа организована в соответствие с технологией проблемного обучения и предполагает следующие формы активности:

- самостоятельная проработка учебно-проблемных задач, выполняемая с привлечением основной и дополнительной литературы;
- поиск научно-технической информации в открытых источниках с целью анализа и выявления ключевых особенностей.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

6.1. Перечень оценочных средств текущего контроля

Текущий контроль успеваемости аспирантов по дисциплине ведется в ходе аудиторных занятий по результатам выполнения практических заданий и собеседования на консультациях с преподавателем.

6.2. Состав фонда оценочных средств промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация аспирантов по дисциплине осуществляется в форме зачета в период промежуточной аттестации по результатам семестра.

Оценочные средства включают в себя темы рефератов, вопросы к зачету.

Темы рефератов:

1. Основы оптимизации режимов электрических станций и энергосистем.
2. Оптимальные эквивалентные характеристики.
3. Выбор состава агрегатов энергосистемы.
4. Оптимизация длительных режимов ГЭС.
5. Качество электрической энергии.
6. Режимы энергосистем и электрических станций и коммерческие задачи энергетических предприятий.

Вопросы к зачету:

1. Энергетическая система.
2. Понятие об энергетической системе.
3. Единая электроэнергетическая система России.
4. Виды энергосистем по составу генерирующих мощностей.
5. Структура мощностей в энергосистеме.
6. Технологический процесс в энергосистеме.
7. Производственный процесс энергетических объектов.
8. Управление режимами электроэнергетической системы.
9. Требования к энергоснабжению потребителей.
10. Иерархичность управления.
11. Средства и системы управления энергетическими объектами.
12. Средства и системы автоматического управления.
13. Автоматизированные системы управления.
14. Составные части АСУ.
15. Основные задачи, решаемые в АСУ ТП.
16. Оперативно-диспетчерское управление.
17. Потребители электроэнергии.
18. Электроприемники промышленных предприятий.
19. Графики нагрузки потребителей.
20. Показатели электропотребления и мощности потребителей.
21. Нагрузка энергосистемы.
22. Прогнозирование электропотребления и графиков нагрузки.
23. Категории мощности агрегатов электрических станций.
24. Эксплуатационные свойства электростанций.
25. Экономические оценки различных категорий мощности и выработки электроэнергии.
26. Роль ГЭС в повышении экономичности и надежности энергосистемы.
27. Виды энергетических характеристик.
28. Энергетические характеристики тепловых электростанций.
29. Способы получения энергетических характеристик.
30. Статистические характеристики электростанций.
31. Эквивалентные характеристики электростанций с учетом потерь мощности.
32. Структура балансов мощности и энергии системы.
33. Участие станций в энергетических балансах системы.
34. Особенности составления балансов мощности.
35. Особенности составления балансов электроэнергии.
36. Гидростанции с различной степенью регулирования стока в энергетических балан-

сах.

37. Баланс реактивной мощности.
38. Резервы мощности.
39. Оптимальное управление режимами.
40. Методы оптимизации.
41. Эффективность управления.
42. Критерии оптимизации в энергетических режимных задачах.
43. Информация в управлении.
44. Научные принципы решения задач оптимизации режимов.
45. Информационное моделирование режимных задач.
46. Задачи краткосрочной и долгосрочной оптимизации режимов.
47. Математические методы оптимизации режимов.
48. Математическая модель управления режимами.
49. Оптимизационная модель.
50. Адаптивная модель.
51. Имитационная модель.
52. Упрощенные математические модели.
53. Многокритериальность управления.
54. Задачи оптимального распределения нагрузки.
55. Оптимальное распределение нагрузки между тепловыми электростанциями.
56. Наивыгоднейшее распределение нагрузки с учетом потерь активной мощности в сети.
57. Наивыгоднейшее распределение нагрузки без учета потерь активной мощности в сети.
58. Физический смысл равенства относительных приростов.
59. Распределение нагрузки в энергосистеме с ГЭС и ТЭС. Постановка задачи.
60. Вывод уравнения оптимизации.
61. Распределение нагрузки между агрегатами станции.
62. Распределение нагрузки между турбинами ТЭС, работающими на общий паропровод.
63. Распределение реактивных нагрузок.
64. Реализация распределение нагрузки при эксплуатации электростанций и энергосистем.
65. Комплексная оптимизация режимов электроэнергетической системы. Постановка задачи.
66. Упрощенный алгоритм комплексной оптимизации режима энергосистемы.
67. Задачи определения стоимости потоков и потерь мощности и энергии.
68. Моделирование характеристики электростанции.
69. Развитие алгоритма расчета нормального режима с использованием электрических эквивалентов станций и сетей.
70. Модель разделения потерь по узлам.
71. Наивыгоднейшее распределение нагрузки для коммерческой эквивалентной схемы оптового рынка электроэнергии.
72. Оценивание состояния электрической сети.
73. Эквивалентные характеристики электростанций.
74. Энергетические характеристики электростанций с одинаковыми агрегатами.
75. Построение эквивалентных характеристик электростанции методом динамического программирования.
76. Построение эквивалентных характеристик электростанции при заданном составе работающих агрегатов.
77. Эквивалентные характеристики ТЭС. Математическая модель.
78. Среднеинтервальныехарактиристики. Характеристика задачи. Декомпозиция задачи.
79. Учет реактивной мощности при выборе состава.
80. Выбор состава агрегатов энергосистемы.
81. Пусковые расходы.
82. Внутристанционная оптимизация режимов.
83. Выбор состава агрегатов в тепловой энергосистеме.

84. Критерий выгодности отключения.
85. Библиотека эквивалентных характеристик ТЭС.
86. Внутристанционная оптимизация режима ГЭС.
87. Долгосрочная оптимизация режимов.
88. Особенности оптимизации длительных режимов ГЭС.
89. Задача оптимизации долгосрочных режимов ГЭС. Математическая модель.
90. Методы оптимизации режима водохранилища одиночной ГЭС. Математическая модель для одиночной ГЭС.
91. Алгоритм расчета режима водохранилища одиночной ГЭС.
92. Особенности оптимизации режима группы ГЭС, работающих совместно в энергосистеме.
93. Последовательна корректировка длительного режима водохранилища.

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Таблица 7

№ п/п	Учебник, учебное пособие (приводится библиографическое описание учебника, учебного пособия)	Ресурс НТБ СамГТУ
	Основная литература	
1.	Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебник/ Филиппова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 294 c.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45211.html.— ЭБС «IPRbooks»	ЭБС IPRBooks
	Дополнительная литература	
1.	Русина А.Г. Режимы электрических станций и электроэнергетических систем [Электронный ресурс]: учебник/ Русина А.Г., Филиппова Т.А.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.— 400 c.— Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/45157.html.— ЭБС «IPRbooks»	ЭБС IPRBooks
2.	Коломиец Н.В. Режимы работы и эксплуатация электрооборудования электрических станций [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Коломиец Н.В., Пономарчук Н.Р., Елгина Г.А.— Электрон. текстовые данные.— Томск: Томский политехнический университет, 2015.— 72 c.— Режим доступа:http://www.iprbookshop.ru/55206.html.— ЭБС «IPRbooks»	ЭБС IPRBooks
3.	Кротков Е.А. Оптимизация режимов электростанций и энергосистем [Текст] : Учебное пособие; Самар.гос.техн.ун-т. – Самара: 2012. – 67 с. — Режим доступа: http: //www.iprbookshop.ru/23316.html.— ЭБС «IPRbooks»	ЭБС IPRBooks

8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» 12

Доступ аспирантов к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

Доступ к информационным интернет ресурсам открытого типа осуществляется с любого компьютера, имеющего выход в Интернет.

№ п/п	Адрес сайта	Тип дополнительного информационного ресурса
1	Scopus - база данных рефератов и цитирования	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
2	ScienceDirect (Elsevier) - естественные науки, техника, медицина и общественные науки.	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
3	База данных международных индексов научного цитирования WebofScience	Зарубежные базы данных ограниченного доступа
4	Электронная библиотека изданий ФГБОУ ВО «СамГТУ» http://lib.sumgtu.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа
5	Электронно-библиотечная система "IPRbooks" http://www.iprbookshop.ru/	Российские базы данных ограниченного доступа

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Microsoft Windows 7 Professional операционнаясистема	Microsoft	Лицензия
2	Microsoft Office 2010 Open License Academic	Microsoft	Лицензия

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Лекционные занятия*:* аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер/ноутбук), учебно-наглядные пособия, тематические иллюстрации).

Самостоятельная работа*:* помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и доступом к электронной информационно-образовательной среде СамГТУ: читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус № 8; ауд. 125 корпус № 1; ауд. 41,34, 35, Главный корпус библиотеки).