



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



СТВЕРЖДАЮ  
Декан ИЭАС  
В.В. Храппин  
30.01.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***ОПТИМАЛЬНЫЕ РЕЖИМЫ РАБОТЫ ГЕНЕРИРУЮЩИХ  
ИСТОЧНИКОВ***

Направление подготовки (специальность)  
13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Цифровой менеджмент в электроэнергетике

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения  
заочная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроснабжения промышленных предприятий
Курс	2

Магнитогорск  
2022 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (приказ Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 147)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры  
Электроснабжения промышленных предприятий  
25.01.2022, протокол № 5

Зав. кафедрой  Г.И. Корпилов


Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС  
26.01.2022 г. протокол № 5

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:  
доцент кафедры ЭЭП, канд. техн. наук

 А.В. Малафеев

Рецензент:  
начальник ЦЭСиПАО «ММК», канд. техн. наук

 Н.А. Николаев



## Лист актуализации рабочей программы

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.П. Корнилов

---

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроснабжения промышленных предприятий

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Г.П. Корнилов

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целью преподавания дисциплины «Оптимальные режимы работы генерирующих источников» является научно-техническая подготовка студента-магистранта в области теории и практики оптимизации установившихся режимов систем электроснабжения и электроэнергетических систем, приобретение навыков самостоятельного решения научно-исследовательских и технических задач в области планирования оптимальных эксплуатационных режимов сложных систем электроснабжения с собственными источниками электроэнергии.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Оптимальные режимы работы генерирующих источников входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Управление режимами электроэнергетических систем

Технико-экономические расчёты в электроэнергетике

Программное обеспечение в электроэнергетике

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/ практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Оптимальные режимы работы генерирующих источников» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности
ПК-1.1	Определяет под руководством специалиста более высокой квалификации содержание и требования к результатам исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП на основе изучения тенденций развития соответствующей области научного знания, запросов рынка труда, образовательных потребностей и возможностей обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП
ПК-1.2	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП
ПК-1.3	Выполняет поручения по организации научных конференций, конкурсов проектных и исследовательских работ обучающихся
ПК-6	Способен к обеспечению требуемых параметров режима и размещения резерва, принятию решений по диспетчерским заявкам, организации и руководству оперативными переключениями
ПК-6.1	Принимает решения по диспетчерским заявкам о реализации мер по поддержанию частоты, величин перетоков активной мощности, токовой нагрузки линий и допустимого уровня напряжения в допустимом диапазоне путем оценки текущего и прогнозируемого

	электроэнергетических режимов энергосистемы и определяет объем и эффективность соответствующих управляющих воздействий
ПК-6.2	Принимает решения по диспетчерским заявкам о разрешении вывода в ремонт и ввода в работу электроустановок и подготовке электроэнергетического режима на это время, по поддержанию минимального необходимого резерва активной мощности и места его размещения путем оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетических режимов энергосистемы
ПК-6.3	Разрабатывает программы переключений на вывод в ремонт и ввод в работу линий электропередачи и оборудования в соответствии с диспетчерскими заявками

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 10,9 акад. часов;
- аудиторная – 8 акад. часов;
- внеаудиторная – 2,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 124,4 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 8,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Теоретический раздел								
1.1 Введение. Основные понятия системного анализа. Свойства систем энергетики как больших систем. Неопределенность в задачах оптимизации. Критерии принятия решений. Многоцелевая оптимизация и методы экспертных оценок.	2	0,5			20	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала	Устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
1.2 Математическое моделирование элементов электроэнергетической системы для решения оптимизационных задач. Абсолютные, относительные и дифференциальные показатели. Составляющие оптимизационной задачи		0,5		0,5	30	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала; – изучение заводской документации на паровые турбины и котлы.	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
1.3 Оптимизация распределения активных мощностей в энергосистеме. Метод неопределенных множителей Лагранжа и принцип равенства относительных приростов. Оценка отклонения от оптимального режима		0,5		0,5	19,4	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3

1.4 Оптимизация распределения активных мощностей в системе электроснабжения промышленного предприятия собственными электростанциями. Применение метода динамического программирования	0,5		0,5	15	– самостоятельное изучение учебной литературы; – подготовка к аудиторной контрольной работе.	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
1.5 Градиентный метод оптимизации и его использование для оптимизации режимов. Учет ограничений в форме неравенств. Метод приведенного градиента	0,5		0,5	15	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
1.6 Выбор оптимального состава работающих агрегатов. Критерий выгоды отключения, стратегия отключения на основе метода относительных приростов. Метод ветвей и границ и его применение для выбора оптимального состава агрегатов	0,5		1	10	– самостоятельное изучение учебной литературы; – проработка лекционного материала.	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
1.7 Оптимизация развития энергосистем и электрических сетей. Статические, динамические и полудинамические производственные системы. Целевая функция затрат. Применение метода динамического программирования для планирования оптимальной траектории развития генерирующих мощностей. Применение метода линейного программирования для оптимизации структуры генерирующих	1		1	15	– самостоятельное изучение учебной литературы; – подготовка к аудиторной контрольной работе.	Контрольная работа	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-6.1, ПК-6.2, ПК-6.3
1.8 Промежуточная аттестация					Прохождение промежуточной аттестации	Экзамен	
Итого по разделу	4		4	124,4			
Итого за семестр	4		4	124,4		экзамен	
Итого по дисциплине	4		4	124,4		экзамен	

## **5 Образовательные технологии**

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Оптимальные режимы работы генерирующих источников» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Передача необходимых теоретических знаний и формирование основных представлений по курсу «Оптимальные режимы работы генерирующих источников» происходит с использованием мультимедийного оборудования.

Лекции проходят в традиционной форме, в форме лекций-консультаций и проблемных лекций. Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях–консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

При проведении практических занятиях используются работа в команде и методы ИТ.

Самостоятельная работа стимулирует студентов в процессе подготовки домашних заданий, при решении задач на практических занятиях, при подготовке к контрольным работам и итоговой аттестации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

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

### **а) Основная литература:**

1. Малафеев, А. В. Оптимизация установившихся режимов систем электроснабжения и электроэнергетических систем : учебное пособие [для вузов] / А. В. Малафеев, А. В. Варганова ; МГТУ. - 2-е изд. - Магнитогорск : МГТУ, 2019. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с титул. экрана. - URL : <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3898.pdf&show=dcatalogues/1/1530041/3898.pdf&view=true> (дата обращения: 22.06.2022). - Макрообъект. - ISBN 978-5-9967-1537-4. - Текст : электронный. - Сведения доступны также на CD-ROM.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Костюк А.Г., Паровые турбины и газотурбинные установки для электростанций : учебник для вузов / А.Г. Костюк, А.Е. Булкин, А.Д. Трухний - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01400-4 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383014004.html> (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

2. Электроэнергетические системы и сети: модели развития : учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, П. Е. Мезенцев, А. Л. Мызин ; под научной редакцией П. И. Бартоломея. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07671-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455365> (дата обращения: 22.06.2022).

3. Рачков, М. Ю. Оптимальное управление в технических системах : учебное пособие для вузов / М. Ю. Рачков. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 120 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-09144-1. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452772> (дата обращения: 22.06.2022).



4. Табуров, Д.Ю. Управление производством электроэнергии на тепловых электростанциях с помощью автоматизированных информационных систем / Д.Ю. Табуров, П.В. Николаев. - М. : Издательский дом МЭИ, 2019. - ISBN 978-5-383-01348-9 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383013489.html> (дата обращения: 22.06.2022). - Режим доступа : по подписке.

5. Папков, Б. В. Теория систем и системный анализ для электроэнергетиков : учебник и практикум для вузов / Б. В. Папков, А. Л. Куликов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00721-3. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452083> (дата обращения: 22.06.2022).

6. Герасименко, А. А. Оптимальная компенсация реактивной мощности в системах распределения электрической энергии [Электронный ресурс] : монография / А. А. Герасименко, В. Б. Нешатаев. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012. - 218 с. - ISBN 978-5-7638-2630-2. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492442> (дата обращения: 22.06.2022). – Режим доступа: по подписке.

7. Журнал «Электротехнические системы и комплексы» <http://esik.magtu.ru/ru/> (дата обращения: 22.06.2022).

8. Журнал «Вестник ЮУрГУ. Серия «Энергетика» <https://vestnik.susu.ru/power/issue/archive> (дата обращения: 22.06.2022).

9. Журнал "Вестник Ивановского государственного энергетического университета" <http://vestnik.ispu.ru/taxonomy/term/102#> (дата обращения: 22.06.2022).

#### в) Методические указания:

1. Малафеев, А.В. Расчет оптимальных режимов загрузки генераторов собственных электростанций промышленных предприятий [Текст]: методическая разработка к практическим занятиям по дисциплине «Оптимальные режимы систем электроснабжения» для магистрантов направления 140400.68 Электроэнергетика и электротехника, профиль Электроснабжение / А.В. Малафеев. – Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2013. – 33 с. - Текст : непосредственный.

#### г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

##### Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional(для классов)	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Windows 7 Professional (для классов)	Д-757-17 от 27.06.2017	27.07.2018
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Calculate Linux Desktop Xfce	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Linux Calculate	свободно распространяемое ПО	бессрочно

### Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	<a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	<a href="http://ecsocman.hse.ru/">http://ecsocman.hse.ru/</a>
Университетская информационная система РОССИЯ	<a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a>
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	<a href="http://webofscience.com">http://webofscience.com</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	<a href="http://scopus.com">http://scopus.com</a>
Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	<a href="http://www.springerprotocols.com/">http://www.springerprotocols.com/</a>
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	<a href="http://materials.springer.com/">http://materials.springer.com/</a>
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	<a href="http://www.springer.com/references">http://www.springer.com/references</a>
Международная реферативная база данных по чистой и прикладной математике zbMATH	<a href="http://zbmath.org/">http://zbmath.org/</a>
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	<a href="https://www.nature.com/siteindex">https://www.nature.com/siteindex</a>
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	<a href="https://archive.neicon.ru/xmlui/">https://archive.neicon.ru/xmlui/</a>

#### 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - доска, мультимедийный проектор, экран.
2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся - персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
3. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования - стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 1

(обязательное)

### Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на практических занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала и выполнения домашних заданий с консультациями преподавателя.

#### Характеристика курсовой работы

При изучении дисциплины «Оптимальные режимы работы генерирующих источников» студенты выполняют курсовую работу. Назначение курсовой работы состоит в усвоении методов оптимизации режимов систем электроснабжения и электроэнергетических систем, методов выбора оптимального состава работающих агрегатов электростанций и разработки оптимальных планов развития электроэнергетических систем и более глубоком усвоении вопросов, связанных с практическим применением методов оптимизации.

На выполнение курсовой работы отводится 24 часа самостоятельной работы в 3 семестре.

Курсовая работа содержит следующие разделы:

1) построение эквивалентных расходных характеристик и характеристик относительных приростов тепловых электростанций. Расчет оптимального распределения активной мощности методом относительных приростов;

2) расчет оптимального распределения активной мощности методом динамического программирования в системе электроснабжения с теплофикационными электростанциями;

3) выбор оптимального состава работающих агрегатов с использованием критерия выгоды отключения;

4) выбор оптимального состава работающих агрегатов методом ветвей и границ;

5) расчет оптимального распределения активной мощности градиентным методом для концентрированной системы;

6) расчет оптимального распределения активных мощностей методом приведенного градиента с учетом сетевых ограничений;

7) выбор оптимальной стратегии развития генерирующих мощностей методом динамического программирования.

Каждому студенту выдается индивидуальное задание. Ежедневно проводится контроль выполнения разделов проекта с обязательной отметкой о выполненном объеме. С целью повышения эффективности выполнения курсовой работы регулярно проводятся индивидуальные консультации. При выполнении курсовой работы необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой и другими источниками. По окончании выполнения курсовой работы преподавателем назначается дата защиты.

**Для защиты курсовой работы** необходимо получить допуск преподавателя. Для этого необходимо за пять дней до защиты с целью идентификации несоответствий и выявления ошибок необходимо представить пояснительную записку в соответствии с нормативными документами. Выявленные ошибки должны быть качественно устранены в определенные преподавателем сроки. После доработки студентом курсовой работы при отсутствии замечаний со стороны преподавателя студент допускается к защите.

**Защита курсовой работы** проводится в форме собеседования. Защита включает в себя устное сообщение в соответствии с результатами курсовой работы. По окончании доклада преподавателем задаются дополнительные вопросы. По результатам защиты и хода выполнения курсовой работы выставляется итоговая оценка.

#### Примеры заданий на аудиторные контрольные работы:

*Аудиторная контрольная работа №1 – Исходные данные и структура оптимизационных задач*

Вариант №1

1. Перечислите составляющие оптимизационной задачи.
2. Что называется диаграммой режимов теплофикационной турбины?

Вариант №2

1. Чем отличаются относительные энергетические показатели от дифференциальных?
2. Какие ограничения являются зависимыми, какие – функциональными?

Вариант №3

1. Перечислите виды информации в режимных задачах.
2. Назовите виды иерархии в задачах управления режимами.

Вариант №4

1. В чем заключается отличие между задачами оптимизации режима электроэнергетической системы, внутростанционной оптимизации, оптимизации режима электрической сети?
2. Приведите примеры частично неопределенной информации.

*Аудиторная контрольная работа №2 – Применение математических методов оптимизации в электроэнергетике.*

Вариант №1

1. В чем заключается принцип равенства относительных приростов?
2. Что понимается под оценкой в методе ветвей и границ?
3. Что называется линией уровня?

Вариант №2

1. В чем заключается метод неопределенных множителей Лагранжа?
2. Чем отличается внутростанционная оптимизация режима на КЭС и на ТЭЦ?
3. Дайте определение градиента.

Вариант №3

1. В чем заключается метод динамического программирования?
2. Какие ограничения относятся к независимым?
3. Дайте определение множества Парето.

Вариант №4

1. Сформулируйте принцип Беллмана.
2. В чем заключается метод штрафных функций?
3. Какова суть метода скаляризации?

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

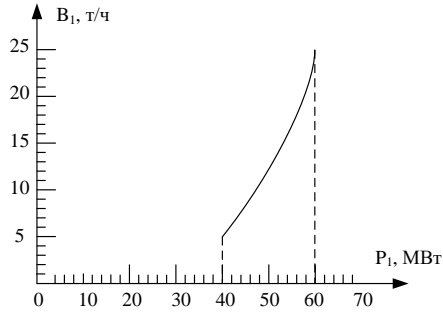
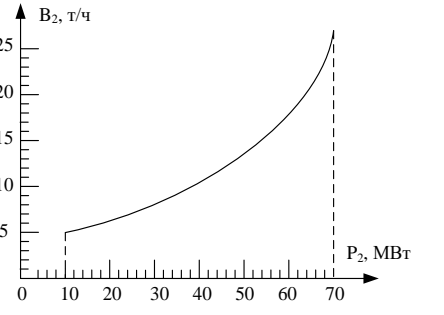
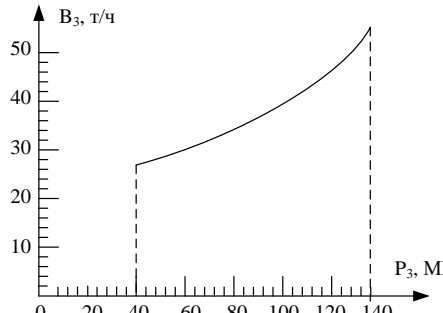
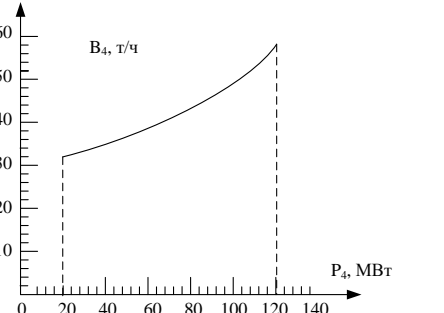
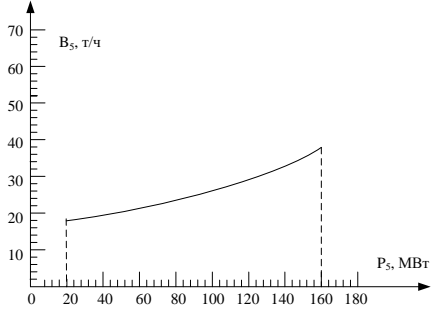
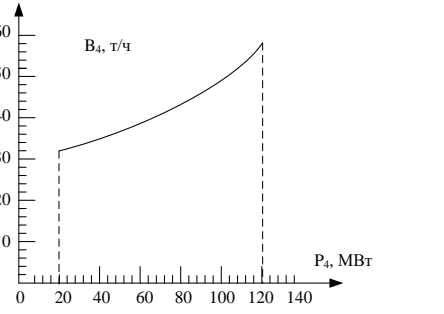
(обязательное)

### Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

#### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
<b>ПК-1. Способен самостоятельно выполнять исследования, оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемых новых технологий, объектов профессиональной деятельности</b>		
<b>ПК-1.1</b>	<p>Определяет под руководством специалиста более высокой квалификации содержание и требования к результатам исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП на основе изучения тенденций развития соответствующей области научного знания, запросов рынка труда, образовательных потребностей и возможностей обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Иерархия задач управления в энергетике.</li> <li>2. Оптимизация внутростанционных режимов методом ветвей и границ.</li> <li>3. Энергетические характеристики электростанций.</li> <li>4. Критерий выгоды отключения. Стратегия останова (пуска) агрегатов по критерию выгоды отключения.</li> <li>5. Энергетические характеристики котлов и турбин.</li> <li>6. Постановка задачи выбора состава агрегатов энергосистемы.</li> <li>7. Критерии оптимальности в режимных задачах.</li> </ol> <p>Найти оптимальное распределение мощностей между четырьмя электростанциями методом наискорейшего градиентного спуска. В исходном режиме коэффициенты загрузки электростанций одинаковы, переток мощности через балансирующий узел отсутствует. Считать, что электростанции включены в один узел энергосистемы, пренебрегая режимом электрической сети.</p> <p><b>КЭС №1</b>  <math>V_1=0,018P_1^2-0,244P_1+10,09</math>  <math>P_{\min}=4</math> МВт  <math>P_{\max}=80</math> МВт                      Стоимость угля 2360 руб./т</p> <p><b>КЭС №2</b>  <math>V_2=0,018P_2^2-0,029P_2+4,863</math></p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		$P_{\min}=5$ МВт $P_{\max}=100$ МВт Стоимость угля 2480 руб./т <b>КЭС №3</b> $B_3=0,029P_3^2-0,157P_3+4,19$ $P_{\min}=5$ МВт $P_{\max}=100$ МВт Стоимость угля 2490 руб./т <b>КЭС №4</b> $B_4=0,008P_4^2+0,311P_4+0,207$ $P_{\min}=5$ МВт $P_{\max}=130$ МВт Стоимость угля 2310 руб./т Суммарная нагрузка в системе – 220 МВт Стоимость электроэнергии, передаваемой (принимаемой) через узел связи – 1,9 руб./кВт·ч $B$ – в т/ч, $P$ – в МВт
<b>ПК-1.2</b>	Выполняет поручения по организации научно-исследовательской, проектной и иной деятельности обучающихся по программам бакалавриата и (или) ДПП	По заданным расходным характеристикам энергоблоков КЭС, пользуясь критерием выгоды отключения, составить оптимальную стратегию вывода их в резерв при снижении нагрузки в системе. В качестве критерия оптимальности принять минимум расхода топлива.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства	
		 <p>Graph showing the relationship between power <math>P_1</math> (MW) on the x-axis and volume <math>V_1</math> (t/h) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 70 with major ticks every 10 units. The y-axis ranges from 0 to 25 with major ticks every 5 units. A curve starts at <math>P_1 \approx 38</math> and <math>V_1 \approx 4</math>, and rises to <math>P_1 = 60</math> and <math>V_1 = 24</math>. A vertical dashed line is drawn at <math>P_1 = 60</math>.</p>	 <p>Graph showing the relationship between power <math>P_2</math> (MW) on the x-axis and volume <math>V_2</math> (t/h) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 70 with major ticks every 10 units. The y-axis ranges from 0 to 25 with major ticks every 5 units. A curve starts at <math>P_2 \approx 10</math> and <math>V_2 \approx 4</math>, and rises to <math>P_2 = 70</math> and <math>V_2 = 24</math>. A vertical dashed line is drawn at <math>P_2 = 70</math>.</p>
		 <p>Graph showing the relationship between power <math>P_3</math> (MW) on the x-axis and volume <math>V_3</math> (t/h) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 140 with major ticks every 20 units. The y-axis ranges from 0 to 50 with major ticks every 10 units. A curve starts at <math>P_3 \approx 40</math> and <math>V_3 \approx 25</math>, and rises to <math>P_3 = 140</math> and <math>V_3 = 55</math>. A vertical dashed line is drawn at <math>P_3 = 140</math>.</p>	 <p>Graph showing the relationship between power <math>P_4</math> (MW) on the x-axis and volume <math>V_4</math> (t/h) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 140 with major ticks every 20 units. The y-axis ranges from 0 to 60 with major ticks every 10 units. A curve starts at <math>P_4 \approx 20</math> and <math>V_4 \approx 30</math>, and rises to <math>P_4 = 120</math> and <math>V_4 = 55</math>. A vertical dashed line is drawn at <math>P_4 = 120</math>.</p>
		 <p>Graph showing the relationship between power <math>P_5</math> (MW) on the x-axis and volume <math>V_5</math> (t/h) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 180 with major ticks every 20 units. The y-axis ranges from 0 to 70 with major ticks every 10 units. A curve starts at <math>P_5 \approx 20</math> and <math>V_5 \approx 18</math>, and rises to <math>P_5 = 160</math> and <math>V_5 = 38</math>. A vertical dashed line is drawn at <math>P_5 = 160</math>.</p>	 <p>Graph showing the relationship between power <math>P_4</math> (MW) on the x-axis and volume <math>V_4</math> (t/h) on the y-axis. The x-axis ranges from 0 to 140 with major ticks every 20 units. The y-axis ranges from 0 to 60 with major ticks every 10 units. A curve starts at <math>P_4 \approx 20</math> and <math>V_4 \approx 30</math>, and rises to <math>P_4 = 120</math> and <math>V_4 = 55</math>. A vertical dashed line is drawn at <math>P_4 = 120</math>.</p>
		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Метод ветвей и границ. Вычисление границ.</li> <li>2. Оптимальное распределение нагрузки между агрегатами</li> </ol>	

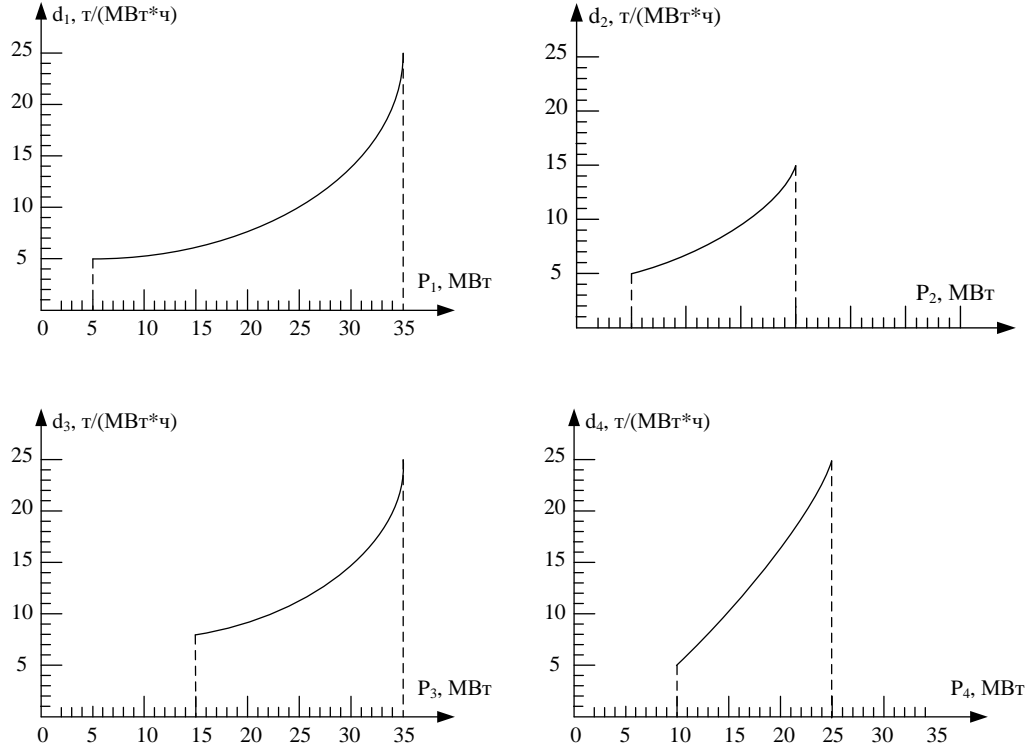
Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																										
		<p>электростанций методом относительных приростов.</p> <p>3. Градиентный метод оптимизации. Общая характеристика.</p> <p>4. Выпуклость и вогнутость. Условия единственности экстремума. Теорема Куна-Таккера.</p> <p>5. Схема метода ветвей и границ. Использование одновременного ветвления.</p> <p>6. Построение эквивалентной характеристики относительных приростов. Учет ограничений.</p> <p>7. Градиентный метод оптимизации. Порядок выбора множителя.</p>																																										
<b>ПК-1.3</b>	Выполняет поручения по организации научных конференций, конкурсов проектных и исследовательских работ обучающихся	<p>Найти оптимальное распределение активных мощностей между тремя турбогенераторами методом динамического программирования. Расходные характеристики турбин заданы в табличном виде как зависимости расхода свежего пара от электрической нагрузки.</p> <p style="text-align: right;">Таблица 1</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Генератор №1</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math>D_{0(1)}</math>, т/ч</td> <td style="text-align: center;">21</td> <td style="text-align: center;">43</td> <td style="text-align: center;">84</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>P_1</math>, МВт</td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">10</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 2</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="6" style="text-align: center;">Генератор №2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math>D_{0(2)}</math>, т/ч</td> <td style="text-align: center;">40</td> <td style="text-align: center;">50</td> <td style="text-align: center;">76</td> <td style="text-align: center;">80</td> <td style="text-align: center;">145</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>P_2</math>, МВт</td> <td style="text-align: center;">8</td> <td style="text-align: center;">20</td> <td style="text-align: center;">27</td> <td style="text-align: center;">32</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">Таблица 3</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="text-align: center;">Генератор №3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><math>D_{0(3)}</math>, т/ч</td> <td style="text-align: center;">26</td> <td style="text-align: center;">70</td> <td style="text-align: center;">140</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><math>P_3</math>, МВт</td> <td style="text-align: center;">6</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td style="text-align: center;">21</td> </tr> </tbody> </table>	Генератор №1				$D_{0(1)}$ , т/ч	21	43	84	$P_1$ , МВт	4	8	10	Генератор №2						$D_{0(2)}$ , т/ч	40	50	76	80	145	$P_2$ , МВт	8	20	27	32	40	Генератор №3				$D_{0(3)}$ , т/ч	26	70	140	$P_3$ , МВт	6	15	21
Генератор №1																																												
$D_{0(1)}$ , т/ч	21	43	84																																									
$P_1$ , МВт	4	8	10																																									
Генератор №2																																												
$D_{0(2)}$ , т/ч	40	50	76	80	145																																							
$P_2$ , МВт	8	20	27	32	40																																							
Генератор №3																																												
$D_{0(3)}$ , т/ч	26	70	140																																									
$P_3$ , МВт	6	15	21																																									



Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>В качестве критерия оптимальности принять минимум стоимости расхода свежего пара. Считать, что стоимость пара на всех точках характеристики одинакова и равна для первого агрегата 160 руб./т, для второго агрегата – 250 руб./т, для третьего агрегата – 270 руб./т. Нагрузка предприятия равна 190 МВт. Необходимо обеспечить прием из районной энергосистемы, равный 130 МВт.</p>
<p><b>ПК-6. Способен к обеспечению требуемых параметров режима и размещения резерва, принятию решений по диспетчерским заявкам, организации и руководству оперативными переключениями</b></p>		
<p><b>ПК-6.1</b></p>	<p>Принимает решения по диспетчерским заявкам о реализации мер по поддержанию частоты, величин перетоков активной мощности, токовой нагрузки линий и допустимого уровня напряжения в допустимом диапазоне путем оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетических режимов энергосистемы и определяет объем и эффективность соответствующих управляющих воздействий</p>	<p>Найти оптимальное распределение мощностей между четырьмя электростанциями методом приведенного градиента. В исходном режиме коэффициенты загрузки электростанций одинаковы, переток мощности через балансирующий узел отсутствует.</p> <p>Считать целевую функцию состоящей из двух слагающих – затрат на топливо и стоимости потерь активной мощности. Коэффициент мощности для всех станций считать неизменным и равным 0,95. Для расчета потерь активной мощности использовать метод узловых напряжений.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>The diagram illustrates a power system with the following components and flows:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Nodes:</b> A top-left node and a bottom-right node are connected by a diagonal line. A horizontal line connects the top-left node to a central node, which is further connected to the bottom-right node. A vertical line connects the central node to the bottom-right node.</li> <li><b>AC Lines:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>AC-300/66: Top horizontal line.</li> <li>AC-240/56: Middle horizontal line.</li> <li>AC-300/48: Diagonal line from top-left to bottom-right.</li> <li>AC-185/43: Bottom horizontal line.</li> <li>AC-300/48: Vertical line from central node to bottom-right node.</li> <li>AC-300/48: Vertical line from top-left node to central node.</li> <li>AC-185/43: Vertical line from central node to bottom-right node.</li> </ul> </li> <li><b>Power Flows (Complex Power):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>850+j260 \text{ A}</math>: Flow from top-left node to central node.</li> <li><math>700+j350 \text{ A}</math>: Flow from central node to bottom-right node.</li> <li><math>400+j300 \text{ A}</math>: Flow from diagonal line to bottom-right node.</li> <li><math>980+j570 \text{ A}</math>: Flow from central node to bottom-right node.</li> </ul> </li> <li><b>External Sources:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>S_{r1}</math>: Source at top-right node.</li> <li><math>S_{r2}</math>: Source at central node.</li> <li><math>S_{r3}</math>: Source at bottom-left node.</li> <li><math>S_{r4}</math>: Source at bottom-right node.</li> </ul> </li> </ul>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"> <p>Graph 1: Fuel consumption <math>V_1</math> (t/h) vs Power <math>P_1</math> (MW). The curve starts at <math>(15, 7)</math> and rises to <math>(105, 35)</math>.</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Graph 2: Fuel consumption <math>V_2</math> (t/h) vs Power <math>P_2</math> (MW). The curve starts at <math>(10, 5)</math> and rises to <math>(60, 25)</math>.</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Graph 3: Fuel consumption <math>V_3</math> (t/h) vs Power <math>P_3</math> (MW). The curve starts at <math>(30, 20)</math> and rises to <math>(210, 70)</math>.</p> </div> <div style="width: 50%;"> <p>Graph 4: Fuel consumption <math>V_4</math> (t/h) vs Power <math>P_4</math> (MW). The curve starts at <math>(40, 40)</math> and rises to <math>(280, 75)</math>.</p> </div> </div> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Определение перерасхода топлива вследствие отклонения от оптимального режима.</li> <li>2. Градиентный метод оптимизации. Ограничение выбросов шага.</li> <li>3. Общая характеристика задачи оптимизации режимов систем электроснабжения с собственными электростанциями.</li> <li>4. Градиентный метод оптимизации. Стабилизация путем выравнивания производных.</li> <li>5. Модификация метода штрафных функций со сдвигом допустимых пределов.</li> <li>6. Упрощенный алгоритм комплексной оптимизации режима</li> </ol>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>энергосистемы на основе метода неопределенных множителей Лагранжа.</p> <p>7. Модификация метода штрафных функций с интегрированием производной штрафной функции.</p>
<p><b>ПК-6.2</b></p>	<p>Принимает решения по диспетчерским заявкам о разрешении вывода в ремонт и ввода в работу электроустановок и подготовке электроэнергетического режима на это время, по поддержанию минимального необходимого резерва активной мощности и места его размещения путем оценки текущего и прогнозируемого режимов энергосистемы</p>	<p>Построить эквивалентную характеристику относительных приростов. Найти графически оптимальное распределение активных мощностей между четырьмя генераторами ТЭЦ, пользуясь методом относительных приростов. Характеристики относительных приростов приведены на рисунке. В качестве критерия оптимальности принять минимум расхода свежего пара.</p>  <p>The figure contains four separate graphs, each representing a different generator (1, 2, 3, and 4). Each graph plots the relative increase of steam consumption, <math>d_i</math> (in <math>\text{т}/(\text{МВт}\cdot\text{ч})</math>), on the vertical axis against the active power, <math>P_i</math> (in <math>\text{МВт}</math>), on the horizontal axis. The vertical axis for all graphs ranges from 0 to 25 with major ticks every 5 units. The horizontal axis for all graphs ranges from 0 to 35 with major ticks every 5 units. Each graph shows a curve that starts at a minimum power value and increases as power increases, with a vertical dashed line indicating a specific power level.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Graph 1: <math>d_1</math> vs <math>P_1</math>. The curve starts at <math>P_1 = 5</math> and increases to <math>d_1 \approx 25</math> at <math>P_1 = 35</math>.</li> <li>Graph 2: <math>d_2</math> vs <math>P_2</math>. The curve starts at <math>P_2 = 5</math> and increases to <math>d_2 \approx 15</math> at <math>P_2 = 25</math>.</li> <li>Graph 3: <math>d_3</math> vs <math>P_3</math>. The curve starts at <math>P_3 = 15</math> and increases to <math>d_3 \approx 25</math> at <math>P_3 = 35</math>.</li> <li>Graph 4: <math>d_4</math> vs <math>P_4</math>. The curve starts at <math>P_4 = 10</math> and increases to <math>d_4 \approx 25</math> at <math>P_4 = 25</math>.</li> </ul>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p data-bbox="1025 308 2101 416">По заданным расходным характеристикам энергоблоков КЭС определить оптимальный состав работающих агрегатов, используя метод ветвей и границ. Одновременно не могут быть отключены блоки 1 и 5.</p> <div data-bbox="1048 432 2047 1137"> <p>The figure contains four separate graphs, each representing an energy unit:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Graph 1 (top-left):</b> Y-axis is <math>B_1, \text{т/ч}</math> (0 to 25), X-axis is <math>P_1, \text{МВт}</math> (0 to 70). A curve starts at <math>P_1 \approx 10, B_1 \approx 5</math> and rises to <math>P_1 \approx 60, B_1 \approx 25</math>. A vertical dashed line is at <math>P_1 = 60</math>.</li> <li><b>Graph 2 (top-right):</b> Y-axis is <math>B_2, \text{т/ч}</math> (0 to 25), X-axis is <math>P_2, \text{МВт}</math> (0 to 70). A curve starts at <math>P_2 \approx 10, B_2 \approx 5</math> and rises to <math>P_2 \approx 60, B_2 \approx 22</math>. A vertical dashed line is at <math>P_2 = 60</math>.</li> <li><b>Graph 3 (bottom-left):</b> Y-axis is <math>B_3, \text{т/ч}</math> (0 to 50), X-axis is <math>P_3, \text{МВт}</math> (0 to 140). A curve starts at <math>P_3 \approx 20, B_3 \approx 15</math> and rises to <math>P_3 \approx 140, B_3 \approx 45</math>. A vertical dashed line is at <math>P_3 = 140</math>.</li> <li><b>Graph 4 (bottom-right):</b> Y-axis is <math>B_4, \text{т/ч}</math> (0 to 60), X-axis is <math>P_4, \text{МВт}</math> (0 to 140). A curve starts at <math>P_4 \approx 40, B_4 \approx 15</math> and rises to <math>P_4 \approx 140, B_4 \approx 60</math>. A vertical dashed line is at <math>P_4 = 140</math>.</li> </ul> </div>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства		
<b>ПК-6.2</b>	<p>Принимает решения по диспетчерским заявкам о разрешении вывода в ремонт и ввода в работу электроустановок и подготовке электроэнергетического режима на это время, по поддержанию минимального необходимого резерва активной мощности и места его размещения путем оценки текущего и прогнозируемого электроэнергетических режимов энергосистемы</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Выбор состава агрегатов в системе с тепловыми электростанциями с использованием критерия выгоды отключения.</li> <li>2. Информация в режимных задачах.</li> <li>3. Выбор стратегии останова агрегатов для заданного графика нагрузки с учетом пусковых расходов.</li> <li>4. Математическая модель одноцелевого объекта управления.</li> <li>5. Метод ветвей и границ. Операция ветвления.</li> <li>6. Оптимальное распределение нагрузки между тепловыми электростанциями в тепловой энергосистеме. Применение метода неопределенных множителей Лагранжа.</li> <li>7. Оптимизация режима системы электроснабжения с собственными электростанциями методом динамического программирования.</li> <li>8. Основные положения метода штрафных функций.</li> <li>9. Задача комплексной оптимизации режимов энергосистемы.</li> </ol>		
<b>ПК-6.3</b>	<p>Разрабатывает программы переключений на вывод в ремонт и ввод в работу линий электропередачи и оборудования в соответствии с диспетчерскими заявками</p>	<p>На основе представленной платежной матрицы выбрать оптимальный план развития системы электроснабжения, используя критерии Вальда, Сэвиджа, Лапласа, Гурвица. Сопоставить полученные результаты. В клетках матрицы даны приведенные затраты (в млн руб.).</p> <table border="1" data-bbox="1032 1318 2092 1353"> <tr> <td data-bbox="1032 1318 1211 1353">План</td> <td data-bbox="1211 1318 2092 1353">Фактическая нагрузка, МВт</td> </tr> </table>	План	Фактическая нагрузка, МВт
План	Фактическая нагрузка, МВт			

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства																																																											
		развития	60	64	68	72	76																																																						
	П-1	124	120	130	132	140																																																							
	П-2	150	115	131	144	152																																																							
	П-3	140	128	117	146	148																																																							
	П-4	145	120	112	129	134																																																							
	П-5	151	129	121	133	135																																																							
<p>Разработать оптимальный план развития генерирующих мощностей энергосистемы. Зависимости затрат (млрд руб.) от вводимой мощности приведены в таблице.</p>																																																													
		<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">№ станции</th> <th colspan="6">Вводимая мощность, МВт</th> </tr> <tr> <th><b>0</b></th> <th><b>100</b></th> <th><b>200</b></th> <th><b>300</b></th> <th><b>400</b></th> <th><b>500</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>1</b></td> <td>0</td> <td>11</td> <td>21</td> <td>31</td> <td>36</td> <td>36</td> </tr> <tr> <td><b>2</b></td> <td>0</td> <td>12</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>29</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td><b>3</b></td> <td>0</td> <td>14</td> <td>18</td> <td>29</td> <td>32</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td><b>4</b></td> <td>0</td> <td>10</td> <td>12</td> <td>25</td> <td>28</td> <td>37</td> </tr> <tr> <td><b>5</b></td> <td>0</td> <td>18</td> <td>24</td> <td>28</td> <td>32</td> <td>38</td> </tr> <tr> <td><b>6</b></td> <td>0</td> <td>13</td> <td>22</td> <td>28</td> <td>34</td> <td>37</td> </tr> </tbody> </table>					№ станции	Вводимая мощность, МВт						<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>400</b>	<b>500</b>	<b>1</b>	0	11	21	31	36	36	<b>2</b>	0	12	20	25	29	38	<b>3</b>	0	14	18	29	32	38	<b>4</b>	0	10	12	25	28	37	<b>5</b>	0	18	24	28	32	38	<b>6</b>	0	13	22	28	34	37
№ станции	Вводимая мощность, МВт																																																												
	<b>0</b>	<b>100</b>	<b>200</b>	<b>300</b>	<b>400</b>	<b>500</b>																																																							
<b>1</b>	0	11	21	31	36	36																																																							
<b>2</b>	0	12	20	25	29	38																																																							
<b>3</b>	0	14	18	29	32	38																																																							
<b>4</b>	0	10	12	25	28	37																																																							
<b>5</b>	0	18	24	28	32	38																																																							
<b>6</b>	0	13	22	28	34	37																																																							

## **б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Оптимальные режимы работы генерирующих источников» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень освоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и навыков. Проводится в форме экзамена и в форме выполнения и защиты курсовой работы.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовая работа выполняется под руководством преподавателя, в процессе его выполнения обучающийся развивает навыки к научно-исследовательской деятельности, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Оптимальные режимы систем электроснабжения». При выполнении курсовой работы обучающийся должен показать свое умение работать с литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе подготовки курсовой работы обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах, самостоятельно проанализировать практический материал, подробно проработать и обосновать практические предложения.

### **Показатели и критерии оценивания курсовой работы:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;



– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – работа выполнена в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты работы обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.