

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

«Тепловая и атомная энергетика » имени А.И.Андрющенко

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине

М.1.2.2 «Технологическая безопасность оборудования тепловых и атомных электростанций»

направления подготовки

13.04.01 "Теплоэнергетика и теплотехника"

«ТЕПЛОВЫЕ И АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ» (М5)

(для дисциплин, реализуемых в рамках профиля)

Квалификация - магистр

форма обучения – очная

курс – 1

семестр – 2

зачетных единиц – 4

часов в неделю – 4

всего часов – 144;

в том числе:

лекции – 8;

коллоквиумы – нет;

практические занятия – 28;

лабораторные занятия – нет;

самостоятельная работа – 108;

зачет –

экзамен – 2 семестр;

РГР – нет семестр;

курсовая работа – нет семестр;

курсовой проект – нет семестр.

1. Цель и задачи дисциплины, ее место в учебном процессе

Цель преподавания курса

М.1.2.2 «Технологическая безопасность оборудования тепловых и атомных электростанций» заключается в получении магистрами знаний по обеспечению безопасности и надежности в процессе проектирования, сооружения и эксплуатации теплоэнергетических объектов атомных и тепловых электростанций.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Перечень требований к входным знаниям, умениям, навыкам по дисциплине М.1.2.2 «Технологическая безопасность оборудования тепловых и атомных электростанций». Перечень дисциплин, усвоение которых необходимо для данной дисциплины: состоит из дисциплин, читаемых в предшествующий 1-й семестр «Философские вопросы технических знаний», «Математическое моделирование», «Межпредметный семинар по исследованиям в области теплоэнергетики и теплотехнологий», а также из параллельно изучаемых дисциплин во втором семестре: «Экономика и управление производством», «Расчет и обезвреживание промышленных выбросов в теплоэнергетике и теплотехнологии», «Этапы развития теплоэнергетической науки и техники», «Проектирование, строительство и монтаж ТЭС», «Технико-экономические основы проектирования ТЭС».

Перечень задач по видам деятельности, на решение которых направлено обучение по дисциплине

I. Общепрофессиональная деятельность:

расчетно-проектная и проектно-конструкторская деятельность:

II. Производственно-технологическая деятельность:

1. Готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и теплотехнологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов (ПК-4). Профессиональная компетенция формируется с учетом обобщенных трудовых функций профессионального стандарта «работник по оперативному управлению объектами тепловой электростанции» (зарегистрирован в Минюсте России 23.01.2015г. №36654)

Магистр должен:

знать: теоретические основы теории надежности, практические приложения этой теории к расчетам теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС;

уметь: вычислять показатели надежности теплоэнергетического оборудования по составленным графам состояний, оценивать структурную и системную надежность электро и теплогенерирующего оборудования;

- **владеть** способностью и готовностью использовать информационные технологии в предметной области, среди них расчетные программы на основе Марковских случайных процессов, метода Монте-Карло и др.

4. Распределение времени по темам и видам занятий (форма обучения – очная, дневная)

№ модуля	№ недели	№ темы	Наименование темы	Часы/ Из них в интерактивной форме					
				Всего часов	Лекции	Коллоквиумы	Практические занятия	Лабораторные занятия	Сам. работа
	1...4	1	Общие задачи курса. Классификация отказов. Законы распределения.	36/2	2/2		8		26
1	5...9	2	Основные принципы решения задач надежности с помощью Марковских процессов. Влияние характеристик и параметров на надежность. ПК-4	38/2	2/2		8		28
	10...14	3	Надежность тепло и электрогенерирующих систем, промышленного тепло-снабжения ПК-4	34/2	2/2		6		26
2	14...18	4	Технико-экономический анализ оптимального повышения надежности. Обеспечение надежности ТЭС на стадии проектирования, сооружения, эксплуатации. ПК-4	36/2	2/2		6		28
Итого				144/7	8/8		28		108

5. Содержание лекционного курса

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, отрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
1	1	1	Задачи повышения надежности и безопасности. Свойства, критерии, понятия, термины и определения.	[1]–[10]; [11]–[16]
1	1	1	Задачи теории надежности, основы теории вероятности. Принципы технико-экономических расчетов. Модели учета надежности.	[1]–[10]
1	1	2	Классификация отказов, аварий. Основные законы распределения случайных непрерывных и дискретных величин.	[1]–[3]; [11]–[14]

№ темы	Всего часов	№ лекции	Тема лекции. Вопросы, обрабатываемые на лекции	Учебно-методическое обеспечение
2	1	2	Потоки событий. Основные показатели надежности, готовности к работе. Экспоненциальное распределение и Марковские случайные процессы. ПК-4	[1]–[3]; [11]–[14]
2-3	1	3	Основные принципы решения задач надежности с применением теории графов и марковских процессов. ПК-4	[1]–[3]; [11]–[14]
4	2	3	Выводы расчетных формул для ряда типовых задач в энергетике. Примеры решений. Систематизация решений. ПК-4	[1]–[3]; [11]–[14]
Итого	7			

6. Содержание коллоквиумов

№ темы	Всего часов	№ коллоквиума	Тема коллоквиума. Вопросы, обрабатываемые на коллоквиуме	Учебно-методическое обеспечение
1	0,5	1	Классификация отказов. Законы распределения	[1]–[3]; [11]–[14]
2	0,5	1	Принципы решения задач надежности с помощью марковских процессов. Влияние характеристик и параметров на надежность.	[1]–[3]; [14]
3	0,5	1	Надежность электрогенерирующих систем	[1]–[3]; [11]
4	0,5	1	Обеспечение надежности ТЭС на стадии проектирования, сооружения, эксплуатации. ПК-4	[1]–[3]; [12]
Итого	2			

7. Перечень практических занятий

№ темы	Всего часов	№ занятия	Тема практического занятия. Вопросы, обрабатываемые на практическом занятии	Учебно-методическое обеспечение
1	7	1-4	Надежность параллельно-последовательных структур энергоблоков.	[1]–[3]; [11]–[13]
2	7	5-8	Расчет структурной надежности энергоблоков на основе марковских процессов.	[2]–[3]; [12]
3	7	9-12	Расчет аварийного резерва мощности в системе. ПК-4	[1]–[2]; [11]–[13]
4	6	13-18	Надежность теплоснабжающих систем	[1]–[2]; [11]–[13]
Итого	27			

8. Перечень лабораторных работ

№ темы	Всего часов	Наименование лабораторной работы. Задания, вопросы, отрабатываемые на лабораторном занятии	Учебно-методическое обеспечение
		<i>Не предусмотрены учебным планом.</i>	

9. Задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Всего часов	Вопросы для самостоятельного изучения (задания)	Учебно-методическое обеспечение
1	26	Основные свойства и характеристики надежности в энергетике. Особенности учета надежности.	[1]–[3]; [12]–[14]
2	28	Марковские случайные процессы. Их применение к технико-экономическому анализу и поиску решений с учетом надежности.	[1]–[2]; [4]–[10]
3	26	Технико-экономические расчеты резерва на станции в системе резервирования на ТЭЦ, оптимальные схемы и решения. ПК-4	[1]; [8]–[12]
4	28	Анализ надежности элементов ТЭС, АЭС. Вопросы диагностики профилактики отказов. Пути повышения безопасности и надежности. ПК-4	[1]–[3]; [11]–[12]
Итого	108		

10. Расчетно-графической работа:
не предусмотрена учебным планом

11. Курсовой проект

(Указывается перечень тем и трудоемкость выполнения данного вида работы)

Курсовой проект не предусмотрен учебным планом.

12. Курсовая работа

Курсовая работа не предусмотрена учебным планом.

13 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

В процессе освоения образовательной программы у обучающегося в ходе изучения дисциплины М.1.2.2 «Технологическая безопасность оборудования тепловых и атомных электростанций» должны сформироваться следующие компетенции:

ПК-4 - готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и тепло-

технологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов;

Для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины М.1.2.2 «Технологическая безопасность оборудования тепловых и атомных электростанций», проводится промежуточная аттестация в виде модуля, тестирование, контроль выполнения заданий по практическим занятиям и СРС и экзамен по дисциплине.

Карта компетенций дисциплины М.1.2.2 « Технологическая безопасность оборудования тепловых и атомных электростанций »					
Компетенции		Перечень компонентов	Технологии формирования	Форма оценочного средства	Ступени уровней освоения компетенции
Индекс	Формулировка				
ПК-4	Готовность к обеспечению бесперебойной работы, правильной эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического, теплотехнического и тепло-технологического оборудования, средств автоматизации и защиты, электрических и тепловых сетей, воздухопроводов и газопроводов;	<p>Знать: основные показатели надежности, обеспечивающие бесперебойную эксплуатацию и модернизацию оборудования ТЭС, схемы, конструктивные особенности и эксплуатационные характеристики оборудования, сооружений и устройств технологических систем ТЭС в нормальных режимах работы</p> <p>Уметь: выполнять расчеты по основным показателям надежности для оценки бесперебойной эксплуатации и модернизации оборудования ТЭС, работать с компьютером</p>	Лекции, Практические занятия, СРС	Тесты, отчет по практическим занятиям, реферат по СРС, экзамен	<p>Пороговый (удовлетворительный) Знает: некоторые показатели надежности, обеспечивающие бесперебойную эксплуатацию и модернизацию оборудования ТЭС Умеет: выполнять расчеты по частным показателям надежности Владеет: некоторыми методиками оценки показателей бесперебойной эксплуатации и модернизации оборудования ТЭС</p> <p>Продвинутый (хорошо) Знает: не многофакторные показатели надежности, обеспечивающие бесперебойную эксплуатацию и модернизацию оборудования ТЭС Умеет: выполнять расчеты по не многофакторным показателям надежности Владеет: большей частью методиками оценки показателей бесперебойной эксплуатации и модернизации оборудования ТЭС</p> <p>Высокий (отлично) Знает: практически все известные показатели надежности, обеспечивающие бесперебойную эксплуатацию и модернизацию оборудования ТЭС Умеет: выполнять расчеты по многофакторным показателям надежности Владеет: всеми известными методиками оценки показателей бесперебойной эксплуатации и модерни-</p>

		на уровне пользователя Владеть: методиками оценки показателей бесперебойной эксплуатации и модернизации оборудования ТЭС			зации оборудования ТЭС
--	--	---	--	--	------------------------

Вопросы к зачету

Не предусмотрен учебным планом

Вопросы к экзамену

1. Основные определения, термины, составляющие понятие надежности.
2. Основы теории надежности, задачи, решаемые этой теорией.
3. Надежность как сложно-обусловленный, комплексно-влияющий и ранжированный фактор.
4. Модель учета надежности ТЭС.
5. Модель учета надежности и безопасности АЭС.
6. Функции "доза–эффект", "выбросы–частота", ущерб и цена спасения жизни при авариях на АЭС.
7. Основные теоремы и правила вероятностей в теории надежности.
8. Законы распределения непрерывных и дискретных случайных величин.
9. Основные характеристики экспоненциального закона.
10. Дискретные случайные величины, их анализ в надежности.
11. Потoki событий, их характеристика.
12. Готовность к работе, ее формализация через показатели надежности.
13. Марковские случайные процессы. Их характеристики.
14. Принципы решений задач с помощью марковских процессов. Переходные вероятности.
15. Расчетные формулы (с выводом и решением графа) для 2-х параллельных работающих элементов.
16. Случай большого числа параллельно работающих элементов.
17. Нестационарный Марковский процесс.

18. Особенности оценка надежности ЯЭУ. Учет ограничений по восстановлению, режимов работы.
19. Особенности применения марковского метода к АЭС с ВВЭР.
20. Отказ и повреждения на ЭС. Причины, статистика.
21. Влияние параметров и режимов на надежность.
22. Выбор, обоснование, оптимизация резерва в энергосистеме и на ЭС.
23. Эквивалентирование энергосистем. Поиск оптимизации доли резерва.
24. Критерий надежности и эффективности теплоснабжающих систем.
25. Надежность коммунального теплоснабжения.
26. Надежность промышленного теплоснабжения.
27. Предельный диаметр трубопроводов, при котором целесообразно его резервировать.
28. Экономическое обоснование срока действия трубопровода.
29. Специфические причины ненадежности теплосетей. Восстановление.
30. Техничко-экономический анализ уровня надежности энергосистем.
31. Оптимальный уровень надежности станций. Целесообразность мероприятий по повышению надежности.
32. Обеспечение надежности ТЭС, АЭС и безопасности АЭС на стадиях проектирования, сооружения, эксплуатации.
33. Основные факторы, влияющие на надежность.
34. Прочность элементов, диагностика повреждения, профилактика отказов.

Тестовые задания

Вопрос 1. Что не включает в себя понятие «надежность» из следующих характеристик энергоустановки?

- a – безопасность;
- b – маневренность;
- c – ремонтпригодность;
- d – живучесть;
- e – безотказность;

Вопрос 2. Какие показатели являются нормативными при оценке структуры надежности?

- a – интенсивность потока отказов;
- b – интенсивность потока восстановлений;
- c – комплексный показатель надежности;
- d – коэффициент готовности по времени;
- e – коэффициент противоаварийной устойчивости;

Вопрос 3. Какие из научных теорий не являются основами теории надежности?

- a – теория вероятности;
- b – математическая статистика;
- c – логистика и теория графов;
- d – теория Марковских процессов;
- e – софистика;

Вопрос 4. Чем отличаются функциональный и режимные отказы?

- a – размером ущербов на событие единого отказа;
- b – сроками восстановления отказавших деталей элементов;
- c – причинами (техническими организационными) происходящих отказов;
- d – при режимном отказе не выполняется потребительская нагрузка при функциональном этом признака;
- e – функциональный отказ может переходить в режимный или наоборот;

Вопрос 5. В чем отличие приемов агрегирования и декомпозиции при расчете надежности?

- a – в количестве одновременно рассчитываемых элементов в установке;
- b – агрегирование – расчет надежности более прочных стабильных на основе составляющих элементов, декомпозиция – поиск наименее надежных элементов, составляющих более сложный узел (разукрепление);
- c – принципиальных отличий нет;

Вопрос 6. Что такое риск аварии?

- a – вероятность аварии данного типа;
- b – ущерб аварии данного типа, руб./соб.;
- c – произведение частоты аварий данного типа на ущерб и период времени;
- d – Частота аварий данного типа 1/реактор.год;
- e – произведение вероятности события аварии на ущерб на событие;

Вопрос 7. Какие из названных отказов не входят в общепринятую классификацию?

- a – групповые отказы;
- b – функциональные;
- c – режимные;
- d – ядерно-опасный;
- e – архивные отказы;

Вопрос 8. Какие процессы следует называть Марковскими случайными процессами?

- a – любые случайные процессы;
- b – процессы без эволюции;
- c – без предыстории и последствия;
- d – будущее в МП не зависит от того, как данная система пришла к настоящему;
- e – разряженные процессы Эрланга;

Вопрос 9. Чем отличаются стационарные и нестационарные графы событий?

- a – практически одно и тоже;
- b – построением вершины графа и дуг связи между ними;
- c – зависимо или независимо от времени, потоки отказов и восстановлений;
- d – применимы или неприменимы уравнения Колмогорова-Чепмена;

Вопрос 10. Какое из положений несправедливо для экспоненциального распределения?

- a – функции распределения $F = 1 - e^{-\lambda t}$;
- b – решение графов МСП, возможно в стационарном случае упрощенным методом;

- c – возможно составление и расчет графов псевдосостояний;
- d – возможно решение графов состояний по алгоритмам Колмогорова-Чепмена;
- e – функция распределения $F = e^{-\lambda t}$;

Вопрос 11. От каких факторов зависит предельный срок службы участка теплопровода?

- a – только от степени старения теплопровода (рост числа порывов на 1 км в год);
- b – Только от соотношения стоимостей ремонта (восстановления) и затрат в замену участка на новый;
- c – только от размера штрафных санкций за недоотпуск тепла потребителю при авариях с теплопроводом;
- d – от комплекса причин a и c;
- e – от комплекса причин a, b, c;

Вопрос 12. Какие факторы не учитывают при обосновании предельного диаметра трубопровода, при котором необходимо резервирование?

- a – нормативное время данного трубопровода;
- b – время остывания помещений при полном отключении отопления;
- c – расход через нитку теплоносителя;
- d – качество теплоизоляции данного теплопровода;

Вопрос 13. Какие характеристики не учитываются при эквивалентировании энергосистем?

- a – единичная мощность каждой из установок энергосистемы;
- b – осредненная аварийность каждой установки;
- c – число установок в системе и их общая мощность;
- d – сорт сжигаемого топлива на каждой установке;
- e – доля каждой энергоустановки в общем балансе мощности;

Вопрос 14. Что такое аккумулирующая способность?

- a – способность удерживать избыточное давление с падением его не более, чем 10 кПа/ч;
- b – коэффициент β , время за которое температура внутри помещения упадет в e раз (при отключении тепла);
- c – время, за которое температура внутри помещения упадет в 2 раза (при отключении тепла при $t_{\text{вн}}^{\text{вн}}(t)$);
- d – время, за которое температура внутри здания упадет до 0 градусов при (при отключении тепла);

Вопрос 15. Какими способами нельзя повысить надежность теплоснабжения по технологическому пару?

- a – резервировать отпуск пара потребителю через РОУ;
- b – проложить резервную нитку паропровода для потребителя;
- c – повысить надежность котельной;
- d – повысить надежность турбоустановки с отборами “П”;
- e – установить аккумуляторы горячей воды у потребителя;

Вопрос 16. Как оценивается ущерб от недоотпуска электро- и теплоэнергии потребителю?

- a – по нормативной единой методике;
- b – по нормативным отдельным методикам;
- c – по определенным данным для различных отраслей промышленности и сельского хозяйства, с учетом градации по производственному пару;
- d – как “с” с учетом уровней технологической, аварийной брони;
- e – прямым счетом у конкретных потребителей;

Вопрос 17. Какие показатели не являются характеристиками качества электроэнергии ?

- a – допустимая “правильность” формы синусоиды тока;
- b – соблюдении частотного предела $50 \pm 0,1$ Гц и напряжения в узловых точках сети;
- c – отсутствие недопустимой апериодичности тока;
- d – отсутствие недопустимых гармоник по синусоиде;
- e – отклонение тока от нормативных значений;

Вопрос 18. Какие показатели являются характеристиками качества теплоэнергии?

- a – соблюдение температурного режима графика теплосети и нормативов в бытовых приборах потребителей;
- b – поддержание нормативной температуры воздуха в помещениях;
- c – давление и температура технологического пара соответствует нормативной;
- d – не допускается аварийное снижение подачи технологического пара ниже уровня аварийной брони;
- e – степень соответствия стандартам и нормативам приборов учета у потребителя и его теплоприемников;

Вопрос 19. Как влияет учет неполноты графиков электрических нагрузок на результаты расчета показателей надежности рассматриваемого энергоблока?

- a – не оказывает влияния;
- b – повышает показатели надежности (расчетные) во всех;
- c – снижает показатель надежности во всех случаях;
- d – повышает показатели надежности (расчетные) только в том случае, если неполнота графиков не имеет остропикового суточного характера;
- e – может повысить показатель коэффициента обеспеченности потребителя электроэнергией, но снизить коэффициент готовности к работе при резко переменном графике нагрузок;

Вопрос 20. Какая из задач не является задачей теории надежности в энергетике?

- a – расчет надежности при более крупных узлах, агрегатов, блоков, станций по показателям надежности составляющих их элементов;
- b – поиск критических путей минимальных сечении, анализ деревьев событий для обоснования путей повышения структурной надежности;
- c – физических моделей анализа надежности узлов агрегатов;

- d – повышение КПД энергооборудования при заданном уровне надежности;
- e – расчет резервов всех видов на станции, в энергосистеме для обеспечения заданной надежности электроснабжения;

Вопрос 21. Какие показатели не рассчитываются при эквивалентировании и определении потребного резерва?

- a – надежность электроснабжения;
- b – эквивалентное число условных агрегатов;
- c – эквивалентная аварийность условного агрегата;
- d – эквивалентная единичная мощность условного агрегата;
- e – число условных агрегатов;

Вопрос 22. Какие из названных мероприятий не способны повысить надежность ТЭС или АЭС при проектировании, изготовлении, эксплуатации?

- a – предпроектный анализ безопасности АЭС, вероятностные анализы безопасности 1, 2, 3-го уровня при проектировании АЭС;
- b – улучшение систем защит блока ТЭС, систем безопасности АЭС, согласованное в установленном порядке в процессе эксплуатации;
- c – строгое соответствие материалам рабочего проектирования, в части важной для надежности и безопасности, при сооружении энергоблока;
- d – расчет показателей для периодической отчетности;
- e – реализация мер направленных на повышение безопасности и надежности при эксплуатации;

Вопрос 23. Характеристики, не относящиеся к понятиям теоремы вероятности при оценке надежности?

- a – произведения 2-х событий (совместных и независимых);
- b – сумма двух событий;
- c – полная группа событий;
- d – крайне маловероятное наложение редких событий;
- e – условное произведение 2-х событий;

Вопрос 24. Какие из перечислены параметров и характеристик не влияют на надежность ПТУ и ГТУ, реактора?

- a – число оборотов турбины атомного энергоблока (1500 об/мин., 3000 об/мин.);
- b – начальные параметры пара (температура t_0);
- c – совершенство охлаждения лопаток в высокотемпературный ГТУ;
- d – влажность в последних ступенях ПТУ;
- e – запас до кризиса теплообмена второго рода в а. з. ВВЭР;

Вопрос 25. Что такое полная группа событий?

- a – простое перечисление всех возможных событий;
- b – все события, происходившие с изделием на исследуемом промежутке времени;
- c – все возможные события (совместные) в изначально заданной системе.

Вопрос 26. Что такое сумма двух событий?

- a – событие, заключающееся в том, что происходит каждое из этих событий и оба одновременно, если они совместны;
- b – простое перечисление двух событий;
- c – когда на одно событие накладывается второе.

Вопрос 27. Что такое произведение 2-х событий (совместных и независимых)?

- a – событие, заключающееся в безинтервальном следовании одного события вслед за другим;
- b – независимое свершение одного события через определенное время после другого;
- c – событие, состоящее в одновременном свершении двух совместных событий.

Вопрос 28. Что такое наложение редких событий?

- a – выдумка для оправдания форс-мажорных обстоятельств;
- b – непредсказуемое, произвольное, крайне маловероятное, одновременное происхождение событий на критическом пути;
- c – сознательное и регулируемое обеспечение произведения нескольких событий.

Вопрос 29. Что такое условное произведение 2-х событий?

- a – одновременное происхождение 2-х событий при условии, что случилось 3-е событие ранее этих двух;
- b – произведение событий только с определенной очередностью;
- c – произведение событий при котором одно событие происходит с вероятностью, рассчитанной при условии, что другое уже произошло.

Вопрос 30. Что такое закон распределения случайной величины?

- a – закон, по которому можно определить случайную величину;
- b – это функция распределения случайной величины X: $F(x)=P(X<x)$;
- c – такого закона не бывает.

Вопрос 31. Функция экспоненциального распределения:

- a – $F(t) = 1 - e^{-\lambda t}$, где t – наработка до отказа;
- b – $F(t) = e^{-\lambda t}$, где t – наработка до отказа;
- c – $F(t) = e^{\lambda t} + kt$, где t – наработка до отказа, k – коэффициент старения.

Вопрос 32. Как определить КИУМ для АЭС с ВВЭР?

- a – $КИУМ = \frac{\mathcal{E}_{год}}{N_{ном} \cdot 8760}$
- b – $КИУМ = T_{эф} / 8760$, где $T_{эф}$ – эффективная кампания;
- c – $КИУМ = N_{сп} / N_{ном}$.

Вопрос 33. Как определить эффективную кампанию энергоблока тепловой электростанции?

- a – $T_{эф} = \frac{\sum_{i=1}^{n_{год}} N_i \cdot \tau_i}{N_{ном}}$;
- b – $T_{эф} = \frac{\mathcal{E}_{год}}{N_{ном}}$;

$$c - T_{эф} = \frac{N_{cp} \cdot 8760}{N_{ном}}$$

Вопрос 34. Что такое принцип декомпозиции в теории надежности?

- a – метод «от общего к частному», то есть разделение установки на более мелкие узлы для поэлементного анализа;
- b – метод деструктивного анализа, то есть воображаемых наиболее вероятных путей вывода ее из строя;
- c – рассмотрение всех возможных путей отказов установки.

Вопрос 35. Что такое принцип агрегирования в теории надежности?

- a – метод укрупнения деталей в узлы, узлов в агрегаты и т.д. для оценки изменения надежности элементов в новых условиях;
- b – метод «от частного к общему», то есть объединительный анализ системы элементов с известной надежностью, работающих в агрегате;
- c – рассмотрение всех возможных путей отказов элементов.

Вопрос 36. Чем отличается «горячий резерв» от «холодного»?

- a – энергоустановка в «горячем резерве» находится в прогретом состоянии, а не в остывшем;
- b – энергоустановка в «горячем резерве» находится под неполной нагрузкой;
- c – энергоустановка ожидает ремонта и эксплуатируется в «щадящем» режиме.

Вопрос 37. Чем отличается временной коэффициент готовности от эксплуатационного?

- a – «временной» оценивается по времени работы, а «эксплуатационный» по результатам эксплуатации, то есть по фактической выработке;
- b – между ними нет разницы;
- c – «временной» применяется при планировании, а «эксплуатационный» по факту.

Вопрос 38. Чем отличается уровни: технологической и аварийной брони при пароснабжении потребителей?

- a – величиной обязательного предельного относительного уровня пароснабжения данного потребителя в долях от номинального значения;
- b – между ними нет различия;
- c – первая бронь обеспечивает сохранность технологий и безопасность, вторая безопасность при аварии.

Вопрос 39. Назовите основные характеристики эквивалентированной энергосистемы

- a – однородность, централизованность, широтное расположение в несколько часовых поясов.
- b – однородность, централизованность, резервированность;
- c – не более 3 типоразмеров ЭС, резерв из условных агрегатов.

Вопрос 40. Что такое «централизованная» энергосистема?

- a – энергосистема с теплоэнергоцентралями;
- b – эффект аварийного недоотпуска одинаков для потребителя в какой бы части энергосистемы этот недоотпуск не наблюдался;

с – условная энергосистема с неограниченной пропускной способностью ЛЭП, объединяющих все ЭС.

Вопрос 41. Что такое «однородная» энергосистема?

- а – состоящая из условно одинаковых по надежности и мощности агрегатов;
- б – состоит из одинаковых по мощности, но разных по надежности агрегатов;
- с – состоит из разных по мощности, но одинаковых по надежности агрегатов.

Вопрос 42. Что такое «условный» агрегат эквивалентированной системы?

- а – это агрегат с приведенной по расчетам эквивалентной мощностью, надежностью;
- б – это неработающие резервные агрегаты;
- с – это самые крупные в системе агрегаты.

Вопрос 43. Что такое «вращающийся резерв»?

- а – это резерв, который может служить различным энергосистемам в пределах нескольких тысяч километров;
- б – это резерв мощности за счет недогрузки ряда работающих агрегатов;
- с – такого резерва в терминологии нет.

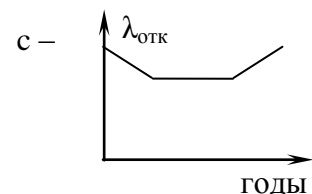
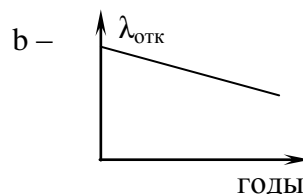
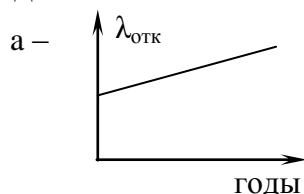
Вопрос 44. Что такое летняя ремонтная полка?

- а – такой терминологии нет;
- б – это четко выделенное в ряде энергосистем снижение летней нагрузки, которое можно использовать для ремонта энергоблоков;
- с – подъем нагрузки летом из-за нагрузки кондиционирования.

Вопрос 45. Что такое интенсивность восстановления узла, агрегата?

- а – $\mu = 1/T_g$ [1/ч], где T_g – время восстановления;
- б – $\mu = T_g/T_p$, где T_g , T_p – время восстановления и работы до отказа;
- с – это скорость ремонта в % всей работы в сутки.

Вопрос 46. Какой из графиков отражает изменение интенсивности отказов за период жизни объекта?



Вопрос 47. Что такое марковский процесс?

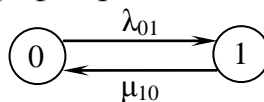
- а – любой процесс к которому применяют анализ по методу А.А. Маркова;
- б – процесс случайных событий;
- с – процесс, в котором распределение будущих событий не зависит от настоящего состояния и от того каким образом в прошлом система к нему приходила.

Вопрос 48. Что такое граф n состояний?

- а – это графическое изображение n состояний со связями, указывающими интенсивность переходных вероятностей из одного состояния в другое;
- б – это неправильная терминология;

с – это граф, который может иметь n видов.

Вопрос 49. Какое из решений графа правильное



a – $P_0 = 1 - P_1 = \frac{\mu_{10}}{\mu_{10} + \lambda_{01}}$; $P_1 = \frac{\lambda_{01}}{\mu_{10} + \lambda_{01}}$;

b – $P_0 = 1$; $P_1 = 0$;

c – $P_0 = \frac{\lambda_{01} + \mu_{10}}{\mu_{10}}$; $P_1 = \frac{\lambda_{01} + \mu_{10}}{\lambda_{01}}$.

Вопрос 50. Какой из названных ниже графов состояний не существуют?

- a – с различными состояниями;
- b – полумарковский;
- c – кольцевой, цепной, лучевой;
- d – серпообразный.

Вопрос 51. Что такое максимальная проектная авария (МПА) АЭС?

- a – это взрыв в результате нацеленного воздействия на АЭС в условиях театра военного действия;
- b – это авария, связанная с разрывом первого контура и 2-х сторонним истечением теплоносителя из трубопровода $D_y = 850$;
- c – такого понятия нет.

Вопрос 52. Что такое математическое ожидание непрерывной случайной величины?

- a – среднее значение случайной величины при большом числе опытов;
- b – сумма произведений всех значений случайной величины на вероятность этих значений;
- c – интервал по всей числовой оси от $xf(x)dx$.

Вопрос 53. Что такое мода случайной величины?

- a – наиболее вероятное значение случайной величины, то значение, где плотность вероятности максимальна;
- b – это математическое ожидание случайной величины;
- c – это средняя оценка случайной величины.

Вопрос 54. Что такое медиана случайной величины?

- a – это среднее значение случайной величины;
- b – это значение, вероятность оказаться больше или меньше которого у случайной величины одинакова;
- c – то значение, где плотность вероятности максимальна.

Вопрос 55. Что такое статистическая дисперсия?

- a – характер разброса значений величины около ее математического ожидания;
- b – среднее квадратичное отклонение – стандарт;
- c – среднее арифметическое отклонение.

Вопрос 56. Что такое малоцикловая усталость металла?

- а – ухудшение прочностных свойств металла под воздействием циклов со знакопеременными напряжениями;
- б – неспособность противостоять хрупкому разрушению;
- с – отсутствие стойкости к окалинообразованию.

Вопрос 57. Какими факторами обусловлен срок службы энергооборудования?

- а – уровень КПД;
- б – экологичность;
- с – начальные параметры, интенсивность нагрузок, культура эксплуатации.

Вопрос 58. Какие из ниже перечисленных характеристик надежности на АЭС с ВВЭР наиболее значимые для безопасности и риска?

- а – вероятность МПА (максимальной проектной аварии);
- б – вероятность аварии с повреждением а.з.;
- с – вероятность сверхнормативного разноса активности.

Вопрос 59. Как и на какие характеристики влияет работа энергоустановок в условиях малоциклового усталости?

- а – долговечность снижается;
- б – стойкость к окалинообразованию снижается;
- с – хладноломкость растет.

Вопрос 60. Как проводится оценка истощения малоциклового ресурса маневренного оборудования?

- а – только на стадии проектирования в 6 этапов;
- б – только на стадии эксплуатации оценкой детерминистической малоциклового долговечности;
- с – проектной и текущей оценкой назначенного остаточного ресурса.

Процедура оценивания знаний, умений, навыков по дисциплине включает учет успешности выполнения практических работ, самостоятельной работы, тестовых заданий и сдачу экзамена.

Практические работы считаются успешно выполненными в случае предоставления в конце занятия отчета, включающего тему, ход работы, соответствующие рисунки и подписи (при наличии), и защите практического занятия – ответе на вопросы по теме работы. Шкала оценивания – «зачтено / не зачтено». «Зачтено» за практическую работу ставится в случае, если она полностью правильно выполнена, при этом обучающимся показано свободное владение материалом по дисциплине. «Не зачтено» ставится в случае, если работа решена неправильно, тогда она возвращается студенту на доработку и затем вновь сдаётся на проверку преподавателю.

Самостоятельная работа считается успешно выполненной в случае предоставления отчета по каждой теме. Задание для отчета соответствует пункту 9 рабочей программы. Оценивание отчета проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». «Зачтено» выставляется в случае, если отчет оформлен в соответствии с критериями:

- правильность оформления отчета (титульная страница, оглавление и оформление источников);
- уровень раскрытия темы отчета / проработанность темы;

- структурированность материала;
- количество использованных литературных источников.

В случае, если какой-либо из критериев не выполнен, отчет возвращается на доработку.

В конце семестра обучающийся письменно отвечает на **тестовые задания**, содержащие вопросы по изученному материалу. Оценивание тестовых заданий проводится по принципу «зачтено» / «не зачтено». В качестве критериев оценивания используется количество правильных ответов. При ответе более чем, на 50 % вопросов выставляется «зачтено», в случае меньшего количества правильных ответов ставится «не зачтено».

К **экзамену** по дисциплине обучающиеся допускаются при:

- предоставлении всех отчетов по всем практическим занятиям и защите всех практических занятий;
- сдачи отчетов СРС с учетом того, что они «зачтены» преподавателем;
- успешном написании тестовых заданий.

Экзамен сдается устно или письменно, по билетам, в которых представлено 4 вопроса из перечня «Вопросы для экзамена». Оценивание проводится по принципу «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» / «неудовлетворительно».

Положительная оценка: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» на экзамене ставится при:

- правильном, полном и логично построенном ответе,
- умении оперировать специальными терминами,
- использовании в ответе дополнительного материала,
- иллюстрировании теоретического положения практическим материалом.

Но в ответе могут иметься

- негрубые ошибки или неточности,
- затруднения в использовании практического материала,
- не вполне законченные выводы или обобщения.

«Неудовлетворительно» ставится при:

- схематичном неполном ответе,
- неумении оперировать специальными терминами или их незнании.

14 Образовательные технологии

Чтение лекций по данной дисциплине проводится с использованием мультимедийного оборудования.

Студентам предоставляется возможность для самоподготовки и подготовки к зачету использовать электронный вариант конспекта лекций, подготовленный преподавателем в соответствии с планом лекций.

При работе используется диалоговая форма ведения лекций с постановкой и решением проблемных задач, обсуждением дискуссионных моментов и т.д.

При проведении практических занятий создаются условия для максимально самостоятельного выполнения заданий.

При организации вне аудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине студентом осуществляется решение самостоятельных задач обычной сложности, направленных на закрепление знаний и умений.

В соответствии с требованиями ФГОС по направлению подготовки реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, составляет не менее 20%.

Тема занятия	Вид занятия	Интерактивная форма
Задачи повышения надежности и безопасности. Свойства, критерии, понятия, термины и определения.	лекция	дискуссия
Задачи теории надежности, основы теории вероятности. Принципы технико-экономических расчетов. Модели учета надежности.	лекция	дебаты
Классификация отказов, аварий. Основные законы распределения случайных непрерывных и дискретных величин.	лекция	дебаты
Потоки событий. Основные показатели надежности, готовности к работе. Экспоненциальное распределение и Марковские случайные процессы.	лекция	дискуссия
Основные принципы решения задач надежности с применением теории графов и марковских процессов.	лекция	дебаты
Выводы расчетных формул для ряда типовых задач в энергетике. Примеры решений. Систематизация решений.	лекция	дискуссия

15 ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Обязательные издания

1. Хрусталеv, В. А. Надежность теплоэнергетических установок ТЭС и АЭС [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. А. Хрусталеv ; Саратовский гос. техн. ун-т. - Электрон. текстовые дан. - Саратов : СГТУ, 2012.

Режим доступа : http://lib.sstu.ru/books/zak_139_12.pdf

2. Каштанов В.А. Теория надежности сложных систем [Электронный ресурс]/ Каштанов В.А., Медведев А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.— 609 с.

Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/17469>. - ЭБС «IPRbooks», по паролю

3. Александровская Л.Н. Безопасность и надежность технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Александровская Л.Н., Аронов И.З., Круглов В.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: Логос, 2008.— 376 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/9055.-> ЭБС «IPRbooks», по паролю
- 4.Баринов В.А. Энергетика России. Взгляд в будущее [Электронный ресурс]/ Баринов В.А., Барон Ю.Л., Батенин В.М.— Электрон. текстовые данные.— М.: Энергия, Институт энергетической стратегии, 2010.— 610 с.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/4293.-> ЭБС «IPRbooks», по паролю
5. Михалевич А.А. Атомная энергетика. Состояние, проблемы, перспективы [Электронный ресурс]: монография/ Михалевич А.А., Мясникович М.В.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2011.— 264 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12293.-> ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Зорин В.М. Атомные электростанции. Вводный курс [Электронный ресурс] : Допущено УМО по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 140404 "Атомные электрические станции" направления подготовки дипломированных специалистов 140400 "Техническая физика" / Зорин В.М. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2010. 184 с.
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI28.html/> , по паролю
7. Седнин А.В. Атомные электрические станции [Электронный ресурс]: курсовое проектирование. Учебное пособие/ Седнин А.В., Карницкий Н.Б., Богданович М.Л.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2010.— 150 с.
Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20054/> - ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Теплоэнергетика и теплотехника. Книга 3. Тепловые и атомные электростанции [Электронный ресурс]: справочник/ — Электрон. текстовые данные.— М.: Издательский дом МЭИ, 2007.— 648 с.
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI148.html> , по паролю
9. Смирнов Ю.Б. Атомная энергетика XXI века [Электронный ресурс] : "Допущено УМО вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся по специальности 140402 "Теплофизика" направления подготовки 140400 "Техническая физика" / Смирнов Ю.Б. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2013.
Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI193.html>
10. Трухний А.Д. Основы современной энергетики. Том 1. Современная теплоэнергетика [Электронный ресурс] : "Допущено Учебно-методическим объединением вузов России по образованию в области энергетики и электротехники в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по

направлениям подготовки ""Теплоэнергетика"", ""Электроэнергетика"", ""Энергомашиностроение"" / Трухний А.Д. - Москва : Издательский дом МЭИ, 2011.

Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/MPEI83.html>

2. Дополнительные издания

11. Надежность систем энергетики и их оборудования : в 4 т. : справ. издание / ред. Ю. Н. Руденко ; отв. ред. Е. В. Сеннова. - Новосибирск : Наука, 2000 - .

Т. 4 : Надежность систем теплоснабжения. - 2000. - 351 с.

12. Надежность теплоэнергетического оборудования ТЭС и АЭС [Текст] : учеб. пособие для теплоэнергетич. и энергомашиностроит. вузов / под ред. А. И. Андрущенко. - М. : Высшая школа, 1991. - 303 с. : ил. ; 21см. - ISBN 5-06-001752-4 : 1.90 р.

Экземпляры всего: 74

13. Клемин, А. И. Надежность ядерных энергетических установок. Основы расчета / А. И. Клемин. - М. : Энергоатомиздат, 1987. - 344 с. : ил. ; 22 см. - (Надежность и качество). - Библиогр.: с. 338-340.

Экземпляры всего: 10

14. Китушин, В. Г. Надежность энергетических систем : Учеб.пособие / В. Г. Китушин. - М. : Высшая школа, 1984. - 256 с. : ил. ; 20см.

Экземпляры всего: 13

15. Аминов, Р. З. АЭС с ВВЭР: Режимы, характеристики, эффективность / Р. З. Аминов, В. А. Хрусталева, А. С. Духовенский, А. И. Осадчий. - М. : Энергоатомиздат, 1990. - 264 с. : ил., табл. ; 22см. - Библиогр.: с. 256. - ISBN 5-283-03796-7 : 4.00 р.

Экземпляры всего: 10.

16. Кузнецов, Ю. Л. Надежность и экономичность оборудования тепловой электростанции [Текст] / Ю. Л. Кузнецов. - Киев : Техніка, 1977. - 184 с. : ил. ; 19 см.

Экземпляры всего: 3

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

17. Хрусталева В.А. , Ростунцева И.А. Задание и методическое руководство к курсовой работе "Надежность оборудования ТЭС".- Саратов.- СГТУ,2004, с.28.

4. Периодические издания.

18. Журналы «Теплоэнергетика»; «Электрические станции»; «Атомная энергия»

5. Интернет-ресурсы.

19. Ежемесячный журнал атомной энергетики России:

<http://rosenergoatom.info/> .

20. Интернет-версия справочника «Теплотехника и теплоэнергетика»:

<http://twf.mpei.ac.ru/ТТНВ/>

21. Портал по теплофизике для студентов, преподавателей и научных сотрудников – <http://www.thermophysics.ru/>

6. Источники ИОС.

22. М.1.2.2 «Технологическая безопасность оборудования тепловых и атомных электростанций»: https://portal.sstu.ru/Fakult/EF/TES/elet2_m221/default.aspx

7. Профессиональные Базы Данных.

8. Печатные и электронные образовательные ресурсы в формах адаптированных для студентов с ограниченными возможностями здоровья.

9. Ресурсы материально-технического и учебно-методического обеспечения, предоставляемые организациями-участниками образовательного процесса.

16 Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине необходима лекционная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором.

Для практических занятий необходима учебная аудитория общей площадью не менее 40 кв.м., оснащенная доской, экраном, компьютером и проектором и имеющая доступ к проводному Интернету либо к *Wi-fi*.

Для выполнения самостоятельной работы обучающиеся могут воспользоваться компьютерными классами факультета и Электронно-библиотечной системой ВУЗа.

Для оформления письменных работ, презентаций к докладу обучающимся необходимы пакеты программ Microsoft Office (Excel, Word, Power Point), Acrobat Reader, Internet Explorer, или других аналогичных.