

**ВОПРОСЫ**  
**по специальным дисциплинам к МДЭ**  
**для студентов специальности “14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг”**

**Дисциплина “ТЕОРИЯ ПЕРЕНОСА НЕЙТРОНОВ”**

1. Перечислите основные виды радиоактивного распада и их характеристики.
2. Какие типы ядерных реакций необходимо учитывать в расчетах реакторов.
3. Приведите примеры сечений наиболее важных в физике ядерных реакторов.
4. Дайте классификацию нейтронов встречающихся в ядерном реакторе.
5. Основные особенности сечений поглощения и деления уранового топлива.
6. Классификация реакторов по спектру первичных нейтронов, вызывающих деление, поясните рисунком.
7. Определение основных характеристик спектра нейтронов.
8. Кривая выхода осколков деления (в чем ее важность и как она зависит от энергии нейтрона, вызывающего деление).
9. Дайте оценку теплотворной способности ядерного горючего.
10. Прокомментируйте особенности спектра большого реактора с водяным замедлителем и его изменение от водо-уранового отношения.
11. Вывод элементарного кинетического уравнения и где оно применяется.
12. Какие основные эффекты учитывает формула 4-х сомножителей.
13. Поясните слагаемые уравнения диффузии тепловых нейтронов и какие граничные условия чаще всего используются для его решения.
14. Дайте определение альбедо тепловых нейтронов и пример его определения в диффузионном приближении.
15. Поясните составляющие стационарного уравнения замедления.
16. Особенности спектров на водороде и в тяжелых замедлителях.
17. Запишите уравнение замедления в поглощающей среде через переменную возраста и поясните смысл его слагаемых.
18. Физический смысл и вычисление возраста в простейших случаях.

**Дисциплина “ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ”**

1. Сделайте оценку влияния обогащения топлива на составляющие формулы четырех сомножителей.
2. Критические размеры и распределение потока нейтронов в ЯР в форме неограниченного цилиндра.
3. Записать математическую постановку критической задачи для сферического реактора с бесконечным отражателем, используя метод эффективных граничных условий.
4. Покажите графиком зависимость эффективной добавки отражателя от его толщины и прокомментируйте его.
5. В чем физический смысл эффективного коэффициента размножения.
6. Смысл эффекта Доплера и его роль в обеспечении и оценки безопасности работы реактора.
7. Дайте математическую формулировку критической задачи в возрастном приближении и прокомментируйте ее.
8. В чем суть многогруппового метода.
9. Поясните особенности блокировки в учете размножения на быстрых нейтронах.
10. Поясните особенности блокировки в учете резонансного поглощения.
11. Поясните особенности блокировки в учете использования тепловых нейтронов.
12. Дайте определение интегральной характеристики поглощающего стержня, и как она будет выглядеть для легких и тяжелых стержней.
13. Дайте определение дифференциальной характеристики поглощающего стержня, и как она будет выглядеть для легких и тяжелых стержней.

14. Каков принцип выбора эффективности группы компенсирующих стержней.
15. Каков принцип выбора эффективности группы стержней АЗ.
16. Каков принцип выбора эффективности стержней АР.
17. Особенности расчета мощностного эффекта ВВЭР и ВК.
18. Поясните смысл критической концентрации содержания борной кислоты в реакторах с борным регулированием.

### **Дисциплина “КИНЕТИКА ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ”**

1. Элементарное уравнение кинетики реактора. Основные допущения теории переходных процессов.
2. Мгновенные и запаздывающие нейтроны и их характеристики. Среднее время жизни поколения нейтронов. Период реактора, период удвоения мощности.
3. Система дифференциальных уравнений кинетики реактора с учётом шести групп запаздывающих нейтронов.
4. Уравнение обратных часов. Переходные процессы при сообщении реактору отрицательной и положительной реактивности.
5. Особенности переходных процессов при сообщении реактору малых и больших реактивностей.
6. Источники нейтронов в подкритическом реакторе.
7. Понятие общего и оперативного запаса реактивности. Энерговывработка реактора.
8. Дифференциальное уравнение выгорания урана-235. Потери запаса реактивности с выгоранием топлива. Основные характеристики выгорания.
9. Шлакование ядерного топлива. Количественные меры шлакования. Кинетика роста потерь запаса реактивности за счёт шлакования.
10. Схема образования и убыли вторичного топлива. Система дифференциальных уравнений воспроизводства плутония-239. Коэффициент воспроизводства ядерного топлива.
11. Использование выгорающих поглотителей. Характеристики наиболее распространённых выгорающих поглотителей.
12. Факторы, определяющие скорость выгорания ВП. Характер изменения реактивности при разных способах размещения ВП. Кривая энерговывработки активной зоны реактора.
13. Схема образования и убыли  $^{135}\text{Xe}$  и дифференциальные уравнения отравления реактора ксеноном. Стационарное отравление реактора ксеноном. Время его наступления. Зависимость стационарного отравления ксеноном от мощности реактора.
14. Переотравление после останова реактора («йодная яма»). Переотравления реактора ксеноном после изменения уровня мощности. Расчёт изменений потерь реактивности за счёт переотравлений реактора.
15. Схема образования-убыли  $^{149}\text{Sm}$  и дифференциальные уравнения отравления реактора самарием. Потери реактивности при стационарном отравлении реактора самарием. Закономерность роста потерь реактивности от отравления самарием до выхода реактора на стационарный уровень отравления.
16. Нестационарное переотравление реактора самарием после останова («прометиевый провал»). Переотравление самарием после пуска длительно стоявшего реактора. Нестационарное переотравление реактора самарием после перевода реактора на более высокий или более низкий уровень мощности.

### **Дисциплина “ТЕПЛОМАСООБМЕН В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОБОРУДОВАНИИ”**

1. Какой вид имеет уравнение подобия при расчете теплоотдачи при свободной конвекции от горизонтальной трубы. Расшифруйте и объясните составляющие.

2. Какой вид имеет уравнение подобия при расчете теплоотдачи при свободной конвекции от вертикальной трубы. Расшифруйте и объясните составляющие.
3. Какой вид имеет уравнение подобия при расчете теплоотдачи при вынужденном обтекании горизонтальной пластины потоком газа. Расшифруйте и объясните составляющие.
4. Какой вид имеет уравнение подобия при расчете теплоотдачи при вынужденном поперечном обтекании труб и пучков труб. Расшифруйте и объясните составляющие.
5. Какой вид имеет уравнение подобия при расчете теплоотдачи при вынужденном течении жидкости в трубах. Расшифруйте и объясните составляющие.
6. В чем состоит различие уравнений подобия при вынужденной и свободной конвекции при расчете теплоотдачи от цилиндра.
7. В чем состоит различие чисел подобия Нуссельта и Био.
8. Какие необходимо выполнять правила при прямом моделировании процессов тепло-массообмена.
9. Чем отличаются методы прямого моделирования процессов теплообмена от метода аналогий.
10. Напишите выражения градиентных законов используемых в задачах теплообмена.
11. Что понимают под уравнением подобия при расчете процессов теплообмена.
12. Перечислите и охарактеризуйте методы экспериментального определения коэффициента теплоотдачи.
13. Поясните методику получения эмпирических уравнений подобия
14. Поясните методику определения коэффициента теплопроводности.
15. Поясните методику определения интегральной степени черноты калориметрическим методом.
16. В чем состоит различие формального и концептуального методов математической постановки инженерных задач теплообмена.

### **Дисциплина “ТУРБОМАШИНЫ АЭС”**

1. Принципиальная конструкция паровой турбины. Основные элементы и их назначение.
2. Понятие о турбинной ступени. Основные элементы и их назначение.
3. Уравнение неразрывности для одномерного потока.
4. Уравнение количества движения для одномерного потока.
5. Уравнение сохранения энергии для одномерного потока.
6. Типы сопел. Область их применения.
7. Газодинамические и режимные параметры турбинных решеток.
8. Понятие о критическом режиме течения, критическая скорость.
9. Критическое отношение давлений. Критический расход. Роль критического отношения давлений при выборе типа сопел.
10. Переменный режим суживающихся сопел. Сетка относительных расходов для суживающихся сопел.
11. Степень реактивности. Классификация ступеней в зависимости от степени реактивности.
12. Треугольники скоростей турбинной ступени.
13. Треугольники скоростей в ступени для паровой фазы и для капель.
14. Потери в соплах. Физический смысл. Формула для расчета.
15. Потеря на рабочих лопатках ступени. Физический смысл. Формула для расчета.
16. Потеря с выходной скоростью. Физический смысл. Формула для расчета.
17. Потеря от влажности в турбинной ступени. Физический смысл. Простейшая формула для оценки.

18. Причины, вызывающие увеличение потерь энергии в турбинных решетках при течении влажного пара.
19. Потеря от утечек в проточной части ступени. Физическая картина.
20. Потеря на трение диска в паре. Физическая сущность.
21. Работа лабиринтового уплотнения: физическая картина, изображение процесса в  $h,s$  - диаграмме.
22. Потеря на выколачивание. Физический смысл. Понятие о степени парциальности турбинной ступени.
23. Относительный лопаточный КПД турбинной ступени. Физический смысл. Формула для вычисления.
24. Относительный внутренний КПД турбинной ступени. Физический смысл. Формула для вычисления.
25. Оценка КПД ступени при отклонении от расчетного режима.
26. Изображение в  $h,s$  - диаграмме процесса расширения влажного пара в реактивной ступени.
27. Изображение в  $h,s$  - диаграмме процесса расширения пара в чисто активной ступени.
28. Понятие эрозии. Факторы, влияющие на эрозию.
29. Влияние эрозии на экономичность и надежность паровой турбины. Методы борьбы с эрозией.
30. Основные преимущества многоступенчатых турбин.
31. Схема проточной части многоступенчатой турбины, графики изменения давления, абсолютной скорости пара вдоль проточной части.
32. Изображение в  $h,s$  - диаграмме теплового процесса расширения пара в многоступенчатой турбине.
33. Факторы, влияющие на выбор частоты вращения ротора у турбин влажного пара АЭС.
34. Понятие о предельной мощности паровых турбин. Факторы, влияющие на ее величину.
35. Осевые усилия в многоступенчатых турбинах и методы их уменьшения.
36. Универсальная кривая паровой турбины.
37. Понятие о номинальной, максимальной и экономической мощностях конденсационных турбин.
38. Дроссельное парораспределение паровых турбин. Достоинства и недостатки.
39. Сопловое парораспределение паровых турбин. Достоинства и недостатки.
40. Изменение давления в ступенях при изменении расхода пара на турбину (дозвуковой и сверхзвуковой режимы течения).
41. Виды защит паровых турбин. Роль защит в обеспечении надежной работы турбоустановки.
42. Назначение системы маслоснабжения паровой турбины. Ее основные элементы.
43. Назначение системы регулирования паровой турбины. Ее основные элементы.
44. Статическая характеристика регулирования.
45. Энергетическая характеристика турбины.

### **Дисциплина “ПАРОГЕНЕРАТОРЫ АЭС”**

1. Изобразите и поясните схему генерации пара на АЭС с реактором РБМК.
2. Изобразите и поясните схему генерации пара на АЭС с реактором ВВЭР.
3. Изобразите и поясните схему генерации пара на АЭС с реактором БН.
4. Способы осуществления промежуточного перегрева пара на АЭС.
5. Как классифицируют ПГ АЭС по способу циркуляции рабочего тела в испарителе.

6. Сравнительные достоинства и недостатки парогенераторов с естественной циркуляцией и прямоточных ПГ.
7. Дайте понятие кратности циркуляции.
8. Основные элементы поверхности теплообмена, входящие в самом общем случае в состав ПГ АЭС.
9. Какие способы компенсации разности температурных расширений трубок и корпуса используются в ПГ АЭС. Приведите примеры.
10. Какие способы крепления теплообменных трубок используются в ПГ АЭС. Приведите примеры.
11. Сравнительные достоинства и недостатки корпусных и секционно-модульных ПГ.
12. Достоинства и недостатки воды как теплоносителя ПГ АЭС.
13. Достоинства и недостатки жидкометаллических теплоносителей ПГ АЭС.
14. Достоинства и недостатки газообразных теплоносителей ПГ АЭС.
15. Чем ограничена температура теплоносителя на входе в ПГ.
16. Чем ограничена температура теплоносителя на выходе из ПГ.
17. Изобразите теплотехническую схему и соответствующую  $t, Q$  - диаграмму для прямоточного парогенератора АЭС.
18. Изобразите теплотехническую схему и соответствующую  $t, Q$  - диаграмму для парогенератора АЭС с естественной циркуляцией в испарителе.
19. Изобразите принципиальную конструкцию горизонтального ПГ энергоблока типа ВВЭР.
20. Изобразите принципиальную конструкцию вертикального ПГ энергоблока типа БН.
21. В чем заключается положительный эффект от применения противоточной схемы взаимного движения теплоносителя и рабочего тела?
22. В чем заключается положительный эффект от применения прямоточной схемы взаимного движения теплоносителя и рабочего тела?
23. Назовите характерные участки теплообмена по длине парогенерирующего канала.
24. Дайте определение понятию “участок ухудшенного теплообмена”.
25. Дайте определение понятию “участок поверхностного кипения”.
26. Дайте определение понятию “кризис теплообмена 1-го рода”.
27. Дайте определение понятию “кризис теплообмена 2-го рода”.
28. Изобразите картину изменения характерных температур (стенки, рабочего тела) по длине парогенерирующего канала.
29. Изобразите качественно картину распределения температуры по радиусу трубки поверхности теплообмена в самом общем случае.
30. Дайте определение понятию “контур естественной циркуляции”.
31. Дайте определение понятию “движущий напор”.
32. Иллюстрируйте графически решение уравнения циркуляции.
33. Дайте определение понятию “барботаж”.
34. Основные режимы течения двухфазных потоков.
35. Какие скорости двухфазной смеси называют действительными?
36. Какие скорости двухфазной смеси называют приведенными?
37. Дайте определение понятию “истинное объемное паросодержание”.
38. Дайте определение понятию “относительная энтальпия”.
39. Что называют тепловой разверкой?
40. Перечислите практические мероприятия, используемые для предотвращения тепловой разверки.
41. Дайте определение понятию “гидродинамическая характеристика”.
42. Какую гидродинамическую характеристику называют неоднозначной?
43. Требования, предъявляемые к качеству пара, вырабатываемому ПГ АЭС.
44. Какой способ сепарации называют гравитационным?
45. От каких факторов зависит эффективность гравитационной сепарации?

46. С помощью каких устройств осуществляется вынужденная сепарация?
47. От каких факторов зависит эффективность жалюзийных сепараторов?
48. Конструкция и принцип действия жалюзийного сепаратора.
49. Конструкции и принцип действия центробежного сепаратора.
50. Содержание каких примесей нормируется в продувочной воде парогенераторов ВВЭР.
51. Что называют продувкой ПГ?

### **Дисциплина “ЯДЕРНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕАКТОРЫ”**

1. Как классифицируют ядерные реакторы по энергии нейтронов.
2. На нейтронах преимущественно каких энергий работают быстрые реакторы?
3. В виде какой конструкции может быть выполнен водографитовый реактор (корпусного, канального или бассейнового типа)? Рисунок.
4. В чем принципиальное отличие петлевой компоновки реактора от интегральной?
5. Преимущества и недостатки корпусных реакторов?
6. Преимущества и недостатки канальных реакторов?
7. Изобразите и охарактеризуйте принципиальную конструкцию реактора типа ВВЭР. Рисунок.
8. Изобразите и охарактеризуйте принципиальную конструкцию реактора типа РБМК. Рисунок.
9. Изобразите и охарактеризуйте принципиальную конструкцию реактора типа БН. Рисунок.
10. Ядерные реакторы какого типа используются в отечественной атомной энергетике?
11. Основные типы ядерных реакторов, имеющих наиболее широкое распространение в мировой атомной энергетике?
12. Какие материалы используются в качестве топливных материалов ядерных реакторов? Достоинства и недостатки двуокиси урана как топливного материала.
13. Какие материалы используют для изготовления оболочек твэлов ядерных реакторов разных типов?
14. Какой из легирующих элементов применяется для улучшения механических свойств циркониевых изделий в отечественной ядерной энергетике?
15. Какие материалы используют для изготовления корпусов ядерных энергетических реакторов?
16. Достоинства и недостатки аустенитной нержавеющей стали как конструкционного материала? Расшифруйте состав аустенитной нержавеющей стали типа 0X18H9T.
17. Какие материалы используются в качестве замедлителя в ядерных энергетических реакторах?
18. Область применения графита в реакторной технике. Достоинства и недостатки реакторного графита.
19. Назовите основные элементы конструкции ТВС.
20. Какая форма поперечного сечения ТВС характерна для реакторов с графитовым замедлителем? Рисунок.
21. Какая форма поперечного сечения ТВС характерна для реакторов с легководным замедлителем? Рисунок.
22. Перечислите основные элементы конструкции стержневого твэла. Изобразите схематически стержневой твэл.
23. С какой целью в твэлах с двуокисью урана предусматривается свободный объем? Что конструктивно он из себя представляет?
24. Перечислите основные составляющие энергии деления.
25. Какие из составляющих энергии деления относятся к “локализованной” ?
26. Какие из составляющих энергии деления относятся к “рассеянной” ?

27. Охарактеризуйте основные показатели энергонапряженности. Запишите выражение, связывающее основные показатели энергонапряженности.
28. Дайте определение понятию радиального коэффициента неравномерности.
29. Дайте определение понятию осевого (аксиального) коэффициента неравномерности.
30. Запишите выражение для расчета косинусоидального распределения энерговыделения.
31. Какие мероприятия используют для выравнивания энерговыделения.
32. Какие значения линейной мощности твэлов характерны для отечественных ядерных энергетических реакторов.
33. Запишите основное выражение для расчета тепловой мощности реактора и выражение для расчета расхода теплоносителя через реактор.
34. Назовите и охарактеризуйте характерные участки теплообмена по длине ТВС кипящего реактора.
35. Изобразите качественно картину распределения основных параметров теплоносителя (температуры, энтальпии, массового паросодержания) по длине ТВС кипящего реактора.
36. Чем ограничена температура на выходе реактора с некипящим теплоносителем?
37. Изобразите качественно картину распределения температуры по радиусу топливной композиции.
38. Запишите выражение, описывающее в общем виде теплообмен в пучках стержней для водяного теплоносителя при турбулентном режиме.
39. Запишите выражение, описывающее в общем виде теплообмен в пучках стержней для ЖМ теплоносителя при турбулентном режиме.
40. Дайте определение понятию кризиса теплообмена в ядерном реакторе.
41. От каких факторов зависит коэффициент трения при ламинарном режиме течения, при турбулентном режиме течения?
42. Общее выражение для расчета потерь давления от трения.
43. Общее выражение для расчета потерь давления на местных сопротивлениях.

### Дисциплина “НАГНЕТАТЕЛИ АЭС”

1. Работа насоса на сеть. Условия совместной работы. Ответ иллюстрируйте рис.
2. Дайте определение понятию кавитации центробежного насоса. Перечислите пути предотвращения кавитации.
3. Изобразите схему рабочего колеса центробежного насоса. Охарактеризуйте его основные геометрические характеристики.
4. Изобразите один из треугольников скоростей (входной или выходной) в рабочем колесе центробежного насоса. Расшифруйте характерные скорости и углы.
5. Гидравлический КПД. Физический смысл. Факторы, определяющие гидравлический КПД.
6. Объемный КПД. Физический смысл. Факторы, определяющие объемный КПД.
7. Запишите уравнение Эйлера для определения теоретического напора центробежного насоса и поясните физический смысл составляющих.
8. Параллельная работа насосов. Цель. Иллюстрируйте ответ рисунком  $H = f(Q)$  для группы насосов. Графический и аналитический методы определения рабочей точки.
9. Группа последовательно включенных насосов. Цель. Иллюстрируйте ответ рисунком  $H = f(Q)$  для группы насосов. Графический и аналитический методы определения рабочей точки.
10. Принцип дроссельного регулирования насоса. Иллюстрируйте ответ рисунком  $H = f(Q)$ . Практическая реализация. Достоинства и недостатки.

11. Принцип регулирования насоса изменением частоты вращения. Иллюстрируйте ответ рисунком  $H = f(Q)$ . Достоинства и недостатки. Практическая реализация.

## Дисциплина “АТОМНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ”

### *Общие вопросы. Экономичность*

1. Принципиальная схема паротурбинной установки.
2. Термический КПД цикла: физический смысл, формулы для вычисления.
3. Относительный и абсолютный внутренний КПД паровой турбин: физический смысл, формулы для вычисления.
4. Механический КПД турбины: физический смысл. Относительный и абсолютный эффективные КПД.
5. Относительный и абсолютный электрические КПД турбогенераторной установки: физический смысл, формулы для вычисления.
6. КПД энергоблока одноконтурной и двухконтурной АЭС: физический смысл, формулы для вычисления.
7. Энергетическое уравнение турбины (формула для вычисления электрической мощности ПТУ).
8. Факторы, влияющие на выбор начального давления (давления пара перед турбиной) влажнопаровых турбин.
9. Влияние на экономичность ПТУ начальной температуры. Анализ иллюстрируйте рис. в T,s - диаграмме.
10. Влияние на экономичность влажнопаровых ПТУ начального давления. Анализ иллюстрируйте рис. в T,s - диаграмме.
11. Влияние начальной влажности на экономичность и надежность паровых турбин.
12. Факторы, влияющие на выбор давления в конденсаторе турбин АЭС.
13. Внешняя сепарация в ПТУ АЭС: необходимость, схема простейшей установки, цикл в T,s - диаграмме.
14. Факторы, влияющие на выбор давления в сепараторе ПТУ АЭС.
15. Применение внешней сепарации с одноступенчатым промперегревом свежим паром: схема установки, цикл в диаграмме T,s - диаграмме.

### *Регенеративный подогрев питательной воды*

16. Понятие о регенеративном подогреве питательной воды. Схема простейшей ПТУ с одним регенеративным подогревателем.
17. Понятие о “предельном” и “теоретическом” регенеративных циклах?
18. Типы регенеративных подогревателей. Их сравнительные достоинства и недостатки.
19. Понятие недогрева воды в поверхностном регенеративном подогревателе. Факторы его определяющие при эксплуатации.
20. Тепловой баланс и тепловая диаграмма поверхностного подогревателя.
21. Тепловой и материальный балансы смешивающего подогревателя.
22. Как влияет на выбор оптимальных недогревов стоимость топлива и материала поверхности нагрева поверхностного регенеративного подогревателя?
23. Дать определение термодинамически оптимальной температуры питательной воды.
24. Дать определение экономически оптимальной температуры питательной воды.
25. Как тепловая экономичность регенеративного цикла зависит от числа ступеней регенеративного подогрева и температуры питательной воды? Качественная зависимость.
26. Назначение и принципиальная схема включения охладителей дренажа.
27. Схемы слива дренажей регенеративных подогревателей. Какая из схем соответствует наибольшей тепловой экономичности?
28. Основные схемы включения смешивающих регенеративных подогревателей.



29. Какие регенеративные подогреватели называют подогревателями низкого давления, а какие - высокого?
30. Почему в регенеративных подогревателях необходимо иметь большее давление воды по сравнению с греющим паром?
31. Чем опасны отклонения уровня конденсата греющего пара в поверхностных подогревателях от нормального?
32. Почему в тепловых схемах одноконтурных АЭС часто отсутствуют ПВД?
33. Какая арматура устанавливается на линии отборного пара на регенеративный подогреватель?
34. Изобразите схематически конструкцию регенеративного подогревателя высокого давления.
35. Изобразите схематически конструкцию регенеративного подогревателя низкого давления.

### **Деаэрационно-питательные установки**

36. Пути попадания коррозионно-активных газов в замкнутый контур паротурбинной установки АЭС?
37. Какие газообразные примеси и почему необходимо удалять из питательной воды в первую очередь?
38. Что называют термической деаэрацией питательной воды?
39. Какие функции выполняет деаэратор питательной воды на АЭС, кроме удаления коррозионно-агрессивных газов?
40. Принцип действия термического деаэратора (законы Генри и Дальтона).
41. Изобразите схематически конструкцию термического деаэратора питательной воды.
42. Охарактеризуйте основные схемы включения деаэраторов питательной воды.
43. Основные условия эффективной деаэрации питательной воды?
44. Какими регуляторами оснащают деаэраторы питательной воды?
45. Какие схемы привода питательных установок используются на современных АЭС?
46. Сравнительные достоинства и недостатки одно- и двухподъемных схем включения питательных установок.
47. Назначение бустерных (предвключенных) насосов.
48. Какие насосы используются на АЭС в качестве питательных?

### **Конденсационные установки. Системы техводоснабжения**

49. Основной потребитель технической воды на АЭС. Типы систем технического водоснабжения на АЭС.
50. Основные достоинства и недостатки прямоточной системы техводоснабжения.
51. Основные достоинства и недостатки оборотной системы техводоснабжения с прудами-охладителями.
52. Основные достоинства и недостатки оборотных систем техводоснабжения с градирнями.
53. Функции, выполняемые конденсаторами на АЭС.
54. Схема конденсационной установки. Основные элементы и их назначение
55. Конструктивная схема поверхностного конденсатора современной ПТУ.
56. Как влияет давление в конденсаторе на экономичность и надежность паротурбинной установки АЭС?
57. Объясните в результате чего в конденсаторе возникает давление значительно ниже атмосферного.
58. Назовите факторы, влияющие на температуру насыщения в конденсаторе.
59. Что называют кратностью охлаждения в конденсаторе?
60. Главное назначение эжектора как элемента конденсационной установки.
61. Работа пароструйного эжектора.

62. Материала, используемые для конденсаторных трубок. Их сравнительные достоинства и недостатки.

### ***Отпуск тепла***

63. Дайте определение понятию “теплофикация”.

64. Что называют “температурным графиком теплосети”. Изобразите его качественно.

65. Основной способ регулирования температуры прямой сетевой воды на современных АЭС.

66. Принципиальное различие схем отпуски тепла внешним потребителям у одно- и двух-контурных АЭС.

67. Запишите уравнение для расчета расхода сетевой воды.

68. Изобразите принципиальную конструкцию сетевого подогревателя.

### ***Системы реакторного отделения***

69. Назначение и состав системы компенсации давления.

70. Какого типа компенсаторы давления используют на современных АЭС с реакторами ВВЭР?

71. Опишите алгоритм работы системы компенсации давления при росте давления в ГЦК.

72. Назначение барботера в системе компенсации давления.

73. Системы продувки, подпитки и борного регулирования первого контура АЭС с реакторами ВВЭР.

74. Системы реакторного отделения АЭС с РБМК.

75. Системы реакторного отделения АЭС с РБН.

76. В чем заключается явление самовыравнивания реактора ВВЭР?

77. Регулирование энергоблоков с реакторами ВВЭР: программы и схемы.

78. Регулирование энергоблоков с реакторами РБМК: особенности программы регулирования и принципиальная схема.

79. Регулирование энергоблоков с реакторами БН: особенности программы регулирования и принципиальная схема.

### ***Системы технического водоснабжения***

80. Потребители технической воды на АЭС. Типы систем технического водоснабжения, их показатели.

81. Сооружения и устройства систем технического водоснабжения. Выбор системы технического водоснабжения.

82. Система технического водоснабжения ответственных потребителей реакторного отделения.