

**ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ**  
**к вступительным испытаниям при приёме в магистратуру**  
**в федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего**  
**образования**  
**«Санкт-Петербургский государственный морской технический университет»**

**по направлению подготовки 26.04.02 - «Кораблестроение, океанотехника и**  
**системотехника объектов морской инфраструктуры» по совокупности**  
**образовательных программ, реализуемых на факультете Корабельной энергетики и**  
**автоматики**

**Часть 1 «Энергетическое оборудование морской техники»**

1. Дифференциальное уравнение теплопроводности.
2. Передача теплоты через плоскую стенку.
3. Передача теплоты через цилиндрическую стенку.
4. Интенсификация теплопередачи путём оребрения стенки.
5. Условия гидродинамического подобия применительно к расчету конвективного теплообмена.
6. Условия теплового подобия применительно к расчету теплопроводности и конвективного теплообмена.
7. Дифференциальные уравнения конвективного теплообмена.
8. Теплоотдача при движении жидкости в канале.
9. Теплоотдача при вынужденном омывании плоской поверхности.
10. Теплоотдача при поперечном омывании трубы и пучка труб.
11. Основные понятия и законы теплового излучения.
12. Классификация и технико-эксплуатационные показатели теплообменного оборудования (ТО).
13. Теплообменное оборудование, как часть энергетического оборудования судна.
14. Характеристики газовых, жидких и жидкометаллических теплоносителей.
15. Рекуперативные поверхностные теплообменники.
16. Регенеративные поверхностные теплообменники.
17. Кожухотрубный теплообменный аппарат. Конструктивные схемы, достоинства и недостатки.
18. Пластинчатые теплообменные аппараты. Конструктивные схемы, достоинства и недостатки.
19. Тепловые трубы и термосифоны. Передача теплоты, конструкции фитилей, ограничение мощности.
20. Теплообменные аппараты на основе тепловых труб.
21. Основные материалы, используемые для изготовления элементов ТО.
22. Способы борьбы с загрязнением теплопередающих поверхностей.
23. Пути совершенствования ТО.
24. Выбор типа теплопередающей поверхности.
25. Интенсификация теплообмена при турбулентном режиме течения. Влияние формы турбулизатора на интенсивность теплообмена.
26. Схемы парогенераторов СЯЭУ.
27. Конструктивная схема прямоточного ПГ.
28. Компоновка поверхности нагрева из цилиндрических змеевиков.
29. Уравнения теплового и материального баланса ПГ.
30. Кризис теплообмена второго рода в змеевиковых поверхностях нагрева.
31. Гидравлическое сопротивление и теплоотдача прямотрубных каналов с ленточными завихрителями.

32. Воздухонезависимые энергоустановки (ВНЭУ) с дизелями, работающими по замкнутому циклу. Анализ прототипов ВНЭУ с дизелями, работающими по замкнутому циклу.
33. Энергетические установки с батареями топливных элементов (ТЭ). Основы термодинамики ТЭ.
34. Энергетические установки с батареями топливных элементов (ТЭ). Примерный состав энергетических установок с ТЭ.
35. Конструктивная схема ядерных реакторов и их классификация.
36. Схема судовой ядерной паропоризводящей установки с ВВРД.
37. Законы технической термодинамики.
38. Классификация форм и видов энергии.
39. Основные понятия реальных газов.
40. Влажный воздух. Термодинамические процессы в диаграмме  $I - d$ .
41. Цикл Карно.
42. Водяной пар. Основные понятия.
43. Цикл Ренкина для водяного пара. Влияние основных параметров на к.п.д. цикла Ренкина.
44. Цикл ГТУ с изобарным подводом теплоты
45. Циклы ДВС
46. Дросселирование газов.
47. Сжижение газов .
48. Фазовые переходы в термодинамических системах.

#### Рекомендованная литература

1. Андреев В.А. Судовые теплообменные аппараты - Л.: Судостроение, 1968.
2. Артёмов Г.А. и др. «Судовые энергетические установки».Л. Судостроение 1987г.
3. Бажан П.И., Каневец Г.Е., Селивестров В.М. Справочник по теплообменным аппаратам - М.: Машиностроение, 1989.
4. Барановский Н.В., Коваленко А.М., Ястребенецкий А.Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники - М.: Машиностроение, 1973.
5. Баранников Н.М., Аронов Е.В. Расчёт установок и теплообменников для утилизации вторичных энергетических ресурсов: Учеб.пособие. Изд- во Красноярского университета, 1992.
6. Бузник В.М. Интенсификация теплообмена в судовых установках.- Л.:Судостроение, 1969.
7. Васильев В. К. Термодинамические основы исследовательского проектирования судовых энергетических установок. – Л.: Судостроение, 1974.
8. Васильев Л.Л. Теплообменники на тепловых трубах – Минск.: Наука и техника, 1981.
9. Вилькман Н.Н., Дядик А.Н., Ревков М.В. Расчет судовых ядерных реакторов: Метод. указания. – Л.: Изд. ЛКИ, 1985.
10. Воронин Г.И., Дубровский Е.В. Эффективные теплообменники – М.: Машиностроение, 1973.
11. Вукалович М.П., Новиков И.И. Термодинамика – М.: Машиностроение, 1972.
12. Грязнов Н.Д. и др. «Теплообменные устройства газотурбинных и комбинированных установок», М., Машиностроение, 1985г.
13. Дядик А.Н., Ревков М.В. Проектирование судовых ядерных реакторов: Метод. указания. – Л.: Изд. ЛКИ, 1983.
14. Дядик А.Н., Никифоров Б.В. Корабельные энергетические системы – СПб.: 2010.
15. Дядик А.Н., Никифоров Б.В. Корабельные энергетические системы – Новочеркасск: ЛИК, 2012.-680 с.
16. Дядик А.Н., Сурин С.Н. Энергетика атомных судов – СПб: Судостроение, 2014.-477с.
17. Жукаускас А.А., Мартыненко О.Г. Успехи теплопередачи. Часть 2. Интенсификация

- теплообмена – Мокслас, Вильнюс, 1988.
18. *Иванов В.Л., Леонтьев А.И., Манушин Э.А.* Теплообменные аппараты и системы охлаждения газотурбинных и комбинированных установок. Изд. 2-е. Учебное пособие. Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004.
  19. *Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С.* «Теплопередача». М., 1975г.
  20. *Елисеев Ю.С., Манушин Э.А., Михальцев В.Е., Осипов М.И.* Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок. Учебник для вузов. М.: Изд-во ГМТУ им Н.Э. Баумана, 2000.- 640 с.
  21. *Калинин Э.К., Дрейцер Г.А., Ярхо С.А.* Интесификация теплообмена в каналах – 3-е изд., переаб. И доп.-М.: Машиностроение, 1990.
  22. *Копачинский П.А., Тараскин В.П.* Судовые охладители и подогреватели жидкостей - Л.: Судостроение, 1968.
  23. *Кузнецов В. А.* Судовые ядерные реакторы (основы теории и эксплуатации): Учебник. – Л.: Судостроение, 1988.
  24. *Кучинский Д.М., Дядяк А.М.* Законы технической термодинамики.- Учебное пособие, СПб, изд. СПбГМТУ, 2018 г.
  25. *Кучинский Д.М., Малых Н.П., Зайцев О.Д.* Основы термодинамики реальных газов. – Учебное пособие, СПб, изд. СПбГМТУ, 2018 г.
  26. *Мигай В.К.* Повышение эффективности современных теплообменных аппаратов- Л.: Энергия, 1980.
  27. *Нащокин В.В.* «Техническая термодинамика и теплопередача». М. Высшая школа, 1980г.
  28. *Новиков И.И., Воскресенский К.Д.* «Прикладная термодинамика и теплопередача». М., 1981г.
  29. *Пейч Н.Н.* Тепловой расчет активной зоны водо- водяного реактора: Метод. указания. – Л.: Изд. ЛКИ, 1981.
  30. Проектирование судовых парогенераторов: Учебник/ *Дементьев К.С., Романов В.А., Турлаков А.С., Волков Д.И.* Л.: Судостроение, 1986.
  31. *Пушкин Н.И., Волков Д.И., Дементьев К.С., Романов В.А., Турлаков А.С.* Судовые парогенераторы – Л.: Судостроение, 1977.
  32. *Ройзен Л.И., Дулькин И.Н.* Тепловой расчет оребренных поверхностей - М.: Энергия, 1977.
  33. Судовые ядерные паропроизводящие установки: Учебник. / *Шаманов Н. П., Дядик А. Н., Пейч Н. Н.* – Л.: Судостроение, 1990.
  34. Судовые ядерные энергетические установки: Учебник / *Кузнецов В.А.* – Л.: Судостроение, 1989.
  35. *Турлаков А.С., Кожемякин В.В.* Проектирование парогенераторов судовых ЯЭУ: Учеб. пособие для вузов. – Л.: Изд. ЛКИ, 1990.
  36. *Щукин А.В., Козлов А.П., Агачёв Р.С., Чудновский Я.П.* Интенсификация теплообмена сферическими выемками при воздействии возмущающих факторов./ Под ред. Акад. В.Е. Алемасова. Казань: Изд-во КГТУ, 2003.
  37. *Кучинский Д.М., Малых Н.П., Е.Н. Алексин, А.А. Михеева* Исторические аспекты становления термодинамики: учеб. пособие. Малых Н.П., Алексин Е.Н., Михеева А.А. / – СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2019, 180 с.
  38. *Вербицкий С.В., Чеснокова И.Г.* Сжиженный природный газ на море: производство, транспортировка, регазификация. Аналитический обзор. - СПб.: ФГУП «Крыловский государственный научный центр», 2019, 202 с.

## Часть 2 «Системы электроэнергетики судов»

### 1. Раздел «Общая электротехника».

1. Основные элементы электрических цепей.
2. Источники ЭДС, тока, представление реальных источников электроэнергии.
3. Параметры электрических цепей: активное сопротивление, емкость, индуктивность.
4. Резистор в цепи переменного тока.
5. Конденсатор в цепи переменного тока.
6. Катушка индуктивности в цепи переменного тока.
7. Расчет цепей переменного тока в комплексной форме.
8. Закон Ома в комплексной форме.
9. Законы Кирхгофа в комплексной форме.
10. Расчет последовательного соединения R, L, C элементов в цепи переменного тока.
11. Расчет параллельного соединения R, L, C элементов в цепи переменного тока.
12. Резонанс в цепи переменного тока.
13. Трехфазные цепи.
14. Расчет трехфазной цепи «Звезда с нулевым проводом».
15. Расчет трехфазной цепи «Звезда без нулевого провода».
16. Расчет трехфазной цепи «Треугольник».
17. Переходные процессы в электрических цепях.
18. Законы (условия) коммутации при расчете переходных процессов.
19. Переходный процесс при включении последовательно соединенных резистора и конденсатора на постоянное напряжение.
20. Переходный процесс при включении последовательно соединенных резистора и катушки индуктивности на постоянное напряжение.
21. Переходный процесс при отключении цепи, содержащей заряженный конденсатор с параллельным ему резистором.

### 2. Раздел «Электроника».

1. Свойства полупроводниковых материалов.
2. Назначение и свойства диода и стабилитрона.
3. Назначение и свойства тиристора.
4. Назначение и свойства транзисторов.
5. Применение транзисторов.
6. Однополупериодный выпрямитель.
7. Двухполупериодный выпрямитель.
8. Управляемый выпрямитель.
9. Инвертор.
10. Преобразователь частоты.
11. Преобразователь постоянного тока.

### 3. Раздел «Электрические машины и электропривод»

1. Устройство и принцип действия трансформатора.
2. Получение вращающегося магнитного поля в электрической машине.
3. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
4. Устройство и принцип действия асинхронного двигателя с фазным ротором.
5. Механическая характеристика асинхронного двигателя.
6. Пуск асинхронного двигателя.
7. Регулирование частоты асинхронного двигателя.
8. Устройство и принцип действия синхронного генератора.

9. Характеристики синхронного генератора.
10. Синхронный двигатель.
11. Устройство и принцип действия двигателя постоянного тока.
12. Механическая характеристика двигателя постоянного тока.
13. Пуск двигателя постоянного тока.
14. Регулирование частоты двигателя постоянного тока.
15. Состав и классификация электроприводов.
16. Приведение моментов нагрузки к валу исполнительного электродвигателя.
17. Механические характеристики исполнительных электродвигателей и нагрузки.

#### 4. Раздел «Электроэнергетические системы»

1. Функции и основные элементы судовых электроэнергетических систем (СЭЭС).
2. Судовая электростанция.
3. Виды судовых электростанций. Количество генераторов.
4. Выбор типа, мощности и числа генераторных агрегатов.
5. Расчет потерь напряжения в кабельных трассах.
6. Электрораспределительные щиты.
7. Главный распределительный щит.
8. Показатели качества электрической энергии.
9. Первичный двигатель как объект регулирования частоты вращения.
10. Регуляторы частоты вращения электродвигателей.
11. Синхронный генератор – как объект регулирования напряжения.
12. Регуляторы напряжения на судовой электростанции.
13. Включение нагрузки.
14. Однофазное короткое замыкание.

#### 5. Раздел «Специальные вопросы судовой электротехники и электрооборудования».

1. Виды защиты в электроэнергетических системах.
2. Первичные измерительные преобразователи тока и напряжения.
3. Основы построения судовых волоконно оптических систем.
4. Технология изготовления и монтажа волоконно оптических линий связи.
5. Измерение сопротивления изоляции.
6. Расчет кабеля.
7. Сглаживающие фильтры.

### **Часть 3 «Энергетические установки объектов морской техники»**

1. Классификация и основные показатели СЭУ
2. Основы термодинамических процессов в СЭУ различных типов.
3. Состав и принцип действия судовых паротурбинных установок.
4. Показатели и область применения судовых паротурбинных установок.
5. Принцип действия и состав судовых дизельных установок.
6. Показатели и область применения судовых дизельных установок с малооборотными машинами.
7. Показатели и область применения судовых дизельных установок с среднеоборотными машинами.
8. Показатели и область применения судовых дизельных установок с высокооборотными машинами.
9. Принцип действия и состав судовых газотурбинных установок.
10. Показатели и область применения судовых газотурбинных установок.
11. Судовые ядерные энергетические установки. Принцип действия и область применения.

12. Судовые комбинированные установки. Схемы, показатели и область применения.
13. Малооборотные дизели.
14. Среднеоборотные дизели.
15. Высокооборотные дизели.
16. Передачи мощности.
17. Гидравлические передачи мощности.
18. Электрические передачи мощности.
19. Механические передачи мощности.
20. Судовой валопровод.
21. Главные паровые котлы.
22. Вспомогательные паровые котлы.
23. Утилизационные паровые котлы.
24. Паровые турбины.
25. Газотурбинные двигатели.
26. Топливные системы.
27. Системы смазки.
28. Системы охлаждения.
29. Воздушно пусковые системы.
30. Конденсатно-питательные системы.
31. Судовые насосы.
32. Судовые компрессоры.
33. Судовые теплообменные аппараты.
34. Судовые электростанции.
35. Валогенераторы.
36. Термодинамические циклы Дизеля.
37. Термодинамический цикл паротурбинной установки.
38. Термодинамический цикл газотурбинной установки.
39. Термодинамический цикл газопаротурбинной установки.
40. Расположение оборудования в машинном отделении.
41. Состав и назначение СЭУ.
42. СЭУ с МОД
43. Паротурбинные установки
44. СЭУ с ВОД
45. Газотурбинные установки
46. Высоконапорные котлы
47. Прямоточные котлы
48. Огнетрубные котлы
49. Котлы с малой кратностью циркуляции
50. Методика комплектации судовой электростанции
51. Опреснительные установки поверхностного типа
52. Опреснительные установки адиабатного типа
53. Наддув в дизелях
54. Азиподы
55. Винторулевые колонки
56. Утилизация теплоты в дизельных установках
57. Утилизация теплоты в газотурбинных установках
58. Регенераторы в ГТУ
59. Регенеративный подогрев питательной воды
60. Турбокомпаундные системы
61. Валогенераторы со стабилизаторами частоты вращения
62. Газопаротурбинные установки
63. Подруливающие устройства

64. Активные успокоители качки
65. Противообледенительные устройства
66. Дейдвудные устройства
67. Сверхдлинноходовые дизеля
68. Требования назначения СЭУ
69. Требования к СЭУ
70. Приоритетные требования к СЭУ транспортных судов
71. Основы водоподготовки
72. Судовые ядерные энергетические установки
73. Паропроизводящие установки
74. Холодильные машины
75. Главные турбозубчатые агрегаты
76. Системы смазки дейдвудных валов
77. Промежуточное охлаждение воздуха в ГТУ.
78. Главные конденсаторы пара
79. Эжекторы
80. Сернокислотная коррозия в котлах.

#### **Рекомендованная литература**

1. Румб В.К., Яковлев Г.В., Шаров Г.И., Медведев В.В., Минасян М.А. Судовые энергетические установки. Судовые дизельные энергетические установки.- /Учебник/ СПбГМТУ.: СПб, 2007.- 622с.
2. Голубев Н.В. Проектирование энергетических установок морских узлов. - М.:Транспорт, 1975
3. Дядик А.Н., Никифоров Б.В. Корабельные энергетические системы.- Новочеркасск.: ЛИК, 2012.- 680 с.
4. Курзон А.Г. Теория судовых паровых и газовых турбин.- Л.: Судостроение, 1970.- 592с.
5. Сизых В.А. Судовые энергетические установки.- М.: Транспорт, 1984.-262с.

#### **Часть 4 «Морские энергетические установки с турбинными двигателями»**

1. Характеристики экономичности судовых энергетических установок.
2. Внешние характеристики турбинного двигателя.
3. Паротурбинные установки (ПТУ). Цикл паротурбинного двигателя и состав основного оборудования.
4. Влияние начального давления и температуры пара на к.п.д. цикла Ренкина.
5. Влияние давления в конденсаторе и промежуточного перегрева пара на к.п.д. ПТУ.
6. Регенеративный подогрев питательной воды. Регенеративная тепловая схема с отбором пара от главной турбины.
7. Особенности работы турбинного двигателя атомных ПТУ. (Промежуточная сепарация влаги и перегрев пара; особенности влажнопаровых турбин).
8. Термодинамический цикл простейшей газотурбинной установки (ГТУ) и ее состав. (Идеальный цикл – цикл Брайтона). Реальный цикл простейшей ГТУ.
9. ГТД с регенерацией тепла уходящих газов и с промежуточным охлаждением воздуха.
10. Повышение экономичности ГТУ путем применения парового теплоутилизационного контура.
11. Охлаждение лопаток газовых турбин. Определение расхода воздуха на охлаждение.

12. Ступень турбомашин. Состав и назначение элементов. Используемые системы координат. Особенности кинематики потока и форма межлопаточных каналов лопаточных венцов турбин и нагнетателей.
13. Рабочий процесс в турбинной ступени и его изображение в термодинамической диаграмме энтальпия - энтропия. Полные параметры в относительном движении. Основные внешние параметры турбинной ступени.
14. Основные геометрические, кинематические и термодинамические безразмерные параметры турбинной ступени. Скоростная характеристика турбинной ступени. Вид безразмерных внешних характеристик ступени.
15. Рабочий процесс в компрессорной ступени и его изображение в термодинамической диаграмме энтальпия - энтропия. Решетки профилей и треугольники скоростей. Безразмерные параметры компрессорной ступени.
16. Уравнение радиального равновесия. Теория цилиндрической и конической ступени. Законы закрутки потока за сопловым и рабочим аппаратом турбинной ступени.
17. Классификация потерь энергии в ступени турбомашин. Физические причины, вызывающие отдельные составляющие потерь. Виды КПД.
18. Основы подобия рабочих процессов в турбомашин. Виды подобия, критерии подобия. Проектирование с использованием методов подобия.
19. Причины использования многоступенчатых турбин. Ступени скорости. Идея конструкции. Рабочий процесс в тепловой диаграмме энтропия - энтальпия. Треугольники скоростей. Решетки профилей. Зависимость окружного и внутреннего КПД от скоростной характеристики.
20. Многоступенчатые турбины со ступенями давления. Рабочий процесс в тепловой диаграмме энтропия - энтальпия. Располагаемый перепад энтальпий. Коэффициент возвращенной теплоты.
21. Внешние характеристики компрессорных ступеней. Многоступенчатые компрессоры. Внешние характеристики многоступенчатых компрессоров. Совместные режимы работы сети и компрессора. Неустойчивые режимы работы компрессора.
22. Особенности проектирования последних ступеней паровых турбин.
23. Основные проектные операции, выполняемые на первом этапе стадии внутреннего проектирования парового турбоагрегата.
24. Способы регулирования мощности паровых турбин. Особенности рабочего процесса в турбине на долевых режимах при дроссельном и сопловом способе регулирования мощности.
25. Напряженно-деформированное состояния деталей турбомашин. Упругие и пластические деформации. Критерии прочности. Ползучесть и усталость материала. Предел длительной прочности.
26. Расчет напряжений растяжения и изгиба в рабочих лопатках постоянного и переменного сечения. Типичные эпюры изменения осредненных в поперечных сечениях напряжений по длине лопатки.
27. Конструкции турбинных дисков и расчет их напряженно-деформированного состояния в поле центробежных сил.
28. Вибрация лопаток судовых турбин. Частотная характеристика лопаток. Требования к вибрационным характеристикам рабочих лопаток последних ступеней турбин.
29. Поперечные колебания вращающихся роторов турбин. Критические числа оборотов вала с одним диском.
30. Параметры неподвижного и движущегося газового потока. Первое и второе начало термодинамики. Уравнения состояния и изоэнтропийного процесса.
31. Одномерная модель гидрогазодинамики с термодинамическим учетом эффектов вязкости.

32. Течение в соплах и диффузорах. Изображение процесса в термодинамической диаграмме энтальпия - энтропия. Переход через скорость звука. Особенности сверхзвуковых течений.
33. Газодинамические функции и их применение для расчета параметров движущегося потока.
34. Модель течения вязкой рабочей среды (Уравнения Навье - Стокса). Ламинарный и турбулентный режим течения.

#### **Рекомендованная литература**

1. Курзон А.Г., Маслов Л.А. Судовые турбинные установки. Учебник. -Л.: Судостроение, 1991.
2. Теория и проектирование газотурбинных и комбинированных установок /Елисеев Ю.О., Манушин Э.А. и др. Учебник. - М.: МГТУ им. Баумана, 2000.
3. Тихомиров Б.А., Ерохин С.К. Универсальный программный комплекс для расчета циклов газотурбинных установок. Методические указания. СПбГМТУ. 2000.
4. Horlock J.H. Advanced gas turbine cycles. Elsevier science ltd. 2003.
5. Щегляев А.В. Паровые турбины. Теория теплового процесса и конструкции турбин. Кн.1. Учебник. - М., Энергоатомиздат, 1993.
6. Холщевников К.В., Емин О.Н., Митрохин В.Т. Теория и расчет авиационных лопаточных машин. Учебник - М., Машиностроение, 1986.
7. Топунов А.М. Теория судовых турбин. Учебник. - Л.: Судостроение, 1985.
8. Манушин Э. А., Суровцев И.П. Конструирование и расчет на прочность турбомашин газотурбинных и комбинированных установок. Учебник. - М.: Машиностроение, 1990.
9. Погодин Ю.М., Пшеничная К.В. Математическое обеспечение эскизного проектирования судового парового турбоагрегата: Учебное пособие. Л.: Изд. ЛКИ, 1985.
10. Костюк А. Г. Динамика и прочность турбомашин. Учебник для вузов. - 2-е изд., М., Изд-во МЭИ, 2000.
11. Круглов М.Г., Меднов А.А. Газовая динамика комбинированных двигателей внутреннего сгорания. М., Машиностроение, 1988.
12. Топунов А.М., Погодин Ю.М., Шуповаленко К.В. Определение осредненных показателей проточных устройств. СЭУ. Уч. пособие. Л. ЛКИ, 1987.
13. Волков К.Н., Емельянов В.Н. Течения и теплообмен в каналах и вращающихся полостях М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010.

#### **Часть 5 «Энергетические комплексы и оборудование морской техники»**

Раздел 1. Теория рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания.

1. Термодинамический, расчетный и действительный циклы поршневых ДВС.
2. Процессы наполнения и сжатия.
3. Процессы сгорания и расширения.
4. Индикаторные и эффективные показатели ДВС.
5. Процессы смесеобразования и горения в цилиндре ДВС.
6. Процессы теплопередачи в цилиндре ДВС.
7. Тепловой баланс и характеристики поршневых ДВС.

Раздел 2. Динамика двигателей.

1. Кинематика центрального КШМ.
2. Движущая сила и ее составляющие.
3. Силовой анализ КШМ.
4. Неравномерности вращения коленчатого вала.
5. Внешняя неуравновешенность ДВС.
6. Уравновешивание ДВС.

Раздел 3. Численные методы в энергомашиностроении.

1. Системный подход к формализации рабочих объектов в энергомашиностроении. Физические основы математических моделей.
2. Адекватность математических моделей, особенности машинной арифметики.
3. Теория приближений. Интерполяция. Интерполяционные многочлены.
4. Итерационные методы решения уравнений.
5. Методы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений, решение задачи Коши.
6. Методы интегрирования дифференциальных уравнений с частными производными, краевые задачи.

#### Раздел 4. Колебания и амортизация двигателей внутреннего сгорания.

1. Общие понятия о крутильных колебаниях. Особенности расчета и составление расчетной модели.
2. Методы расчета свободных крутильных колебаний.
3. Расчет вынужденных крутильных колебаний судового валопровода.
4. Способы борьбы с крутильными колебаниями.
5. Методы измерения крутильных, изгибных и осевых колебаний судового валопровода.
6. Общие понятия об осевых колебаниях судового валопровода. Особенности расчета и составление расчетной модели.
7. Основные критерии оценки вибрации и шума, их контроль и нормирование.
8. Борьба с шумом и вибрацией судовых механизмов.

#### Раздел 5. Конструирование двигателей внутреннего сгорания.

1. Этапы проектирования. Требования к проектным задачам. Место конструирования в общем процессе проектирования двигателей внутреннего сгорания.
2. Общие положения методов расчета на прочность, долговечность и износостойкость.
3. Основы конструирования и расчета прочности деталей движения.
4. Основы конструирования и расчета прочности деталей остова и газораспределительного механизма.

#### Раздел 6. Агрегаты наддува двигателей.

1. Конструкция турбокомпрессора и систем воздухообеспечения дизеля.
2. Теория и методика расчета центробежного компрессора.
3. Теория и методика расчета газовой турбины.
4. Конструкция, теория и методика расчета охладителей наддувочного воздуха.
5. Системы наддува и их характеристики.

#### Раздел 7. Системы двигателей.

1. Назначение систем двигателя, их функции, как неотъемлемых частей двигателя, влияющих на надежность, экономичность, ресурс.
2. Системы охлаждения ДВС.
3. Масляные системы ДВС.
4. Пусковые системы ДВС.
5. Системы реверсирования.

#### Раздел 8. Топливная аппаратура.

1. Направления развития ТА. Основные параметры, характеризующие работу ТА. Связь процессов топливоподачи с рабочим процессом ДВС.
2. Топливная система и элементы топливной аппаратуры. Распространенные принципиальные схемы.

#### Раздел 9. Тяговые расчеты.

1. Типы судов. Общие требования и размещение МО на судах. Дизельные установки с различными типами передач. Характеристики пропульсивного комплекса. Судовые пропульсивные комплексы с винтом регулируемого и фиксированного шага. Назначение и общая схема расположения валопровода.
2. Движитель судна. Основные типы. Особенности гидродинамики и конструкции, области применения, геометрические параметры.

3. Основные элементы корпуса судна. Особенности обтекания потоком воды корпуса судна. Составляющие сопротивления водоизмещающего судна. Влияние эксплуатационных факторов. Критерии подобия Фруда и Рейнольдса.
4. Основные способы расчета буксировочного сопротивления. Особенности кривых буксировочного сопротивления судов различных типов.

### **Рекомендованная литература**

#### *Раздел 1. Теория рабочих процессов двигателей внутреннего сгорания.*

1. Двигатели внутреннего сгорания. Теория поршневых и комбинированных двигателей. /Под ред. А.С.Орлина., М.Г.Круглова - М.: Машиностроение, 1983.
2. Двигатели внутреннего сгорания, кн. I. Теория рабочих процессов: Учебник для вузов/ Под ред. В.Н. Луканина. - М.: Высшая школа, 2005.
3. Гордеев П.А., Плотников В.А. Расчет рабочего цикла двигателя внутреннего сгорания. Методические указания по тепловому расчету. - СПб: ГМТУ, 2002.
4. Коптев К.Н. Усовершенствованная методика традиционного расчета рабочего цикла дизеля: Учебное пособие. – СПб.: СПбГМТУ, 1999.
5. Плотников В.А., Коптев К.Н. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Основы теории ДВС. Конспект лекций - СПб: ГМТУ, 1995.

#### *Раздел 2. Динамика двигателей.*

1. Истомин П.А. Динамика судовых двигателей внутреннего сгорания.- Л.: Судостроение, 1964.
2. Ваншейдт В.А. Судовые двигатели внутреннего сгорания: учебник.- Л.: Судостроение, 1977.
3. Плотников В.А., Коптев К.Н. Судовые ДВС. Характеристики и основы динамики ДВС. Учебное пособие. – Л.: Изд. ЛКИ, 1987.
4. Яманин А.И., Жаров А.В. Динамика поршневых двигателей. Учебное пособие. – М: Машиностроение, 2003.
5. Радченко В.А., Румб В.К., Медведев В.В. Расчет неуравновешенности поршневых двигателей на персональной ЭВМ. Методические указания. – СПб: Изд. СПб ГМТУ, 2001.
6. Румб В.К., Медведев В.В. Силовой анализ поршневых двигателей на персональной ЭВМ. Методические указания.- СПб: Изд-во СПб ГМТУ, 2001.

#### *Раздел 3. Численные методы в энергомашиностроении.*

1. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копченкова Н.В. Вычислительные методы для инженеров. – Учебное пособие. М.: Высш. шк., 1994.
2. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся втузов. – 13-е изд., исправленное. – М.: Наука, 1986.
3. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике для научных работников и инженеров. – 5-е изд., – М.: Наука, 1984.
4. Медведев В.В. Численные методы в энергомашиностроении. – Методические указания. СПб.:ГМТУ, 2011.

#### *Раздел 4. Колебания и амортизация двигателей внутреннего сгорания.*

1. Истомин П.А. Крутильные колебания в судовых ДВС. Л.: Судостроение, 1968.
2. Румб В.К. Прочность судового оборудования. Конструирование и расчеты прочности судовых валопроводов: учебник/ СПб ГМТУ. – СПб, 2008.
3. Минасян М.А. Колебания валопроводов судовых дизельных установок: Учеб.пособие/ СПб ГМТУ - СПб: 2006.
4. Радченко В.А., Румб В.К., Медведев В.В. Расчет колебаний судовых валопроводов на персональной ЭВМ. СПбГМТУ, 2001.

#### *Раздел 5. Конструирование двигателей внутреннего сгорания.*

1. Румб В.К., Медведев В.В. Прочность судового оборудования. Конструирование и расчеты прочности судовых двигателей внутреннего сгорания (учебник). СПб.: Изд. центр СПбГМТУ, 2006.

2. Конструирование двигателей внутреннего сгорания. Под редакцией Н.Д. Чайнова (учебник). М.: Машиностроение, 2008.
3. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей (учебник). Под общей ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. М.: Машиностроение, 1984.
4. Ваншейдт В.А. Конструирование и расчеты прочности судовых дизелей (учебник). Л.: Судостроение. 1969.

*Раздел 6. Агрегаты наддува двигателей.*

1. Ваншейдт В.А. Судовые двигатели внутреннего сгорания: Учебник. - Л.: Судостроение, 1977.
2. Судовые двигатели внутреннего сгорания: Учебник (под ред. Ю.Я. Фомина). - Л.: Судостроение, 1989.
3. Двигатели внутреннего сгорания: кн.1, Теория рабочих процессов ДВС / под ред. Луканина В.Н. - М.: Высшая школа, 1995.
4. Гордеев П.А. Агрегаты наддува двигателей. Методические указания по курсовому и дипломному проектированию. - СПб: ГМТУ, 2000.

*Раздел 7. Системы двигателей.*

1. Орлин А.С., Круглов М.Г. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых комбинированных двигателей. - М.: Машиностроение, 1985.
2. Двигатели внутреннего сгорания. Учебник для вузов/ Под ред. В.Н. Луканина. - М.: Высшая школа, 2005.
3. Семионичев С.Р., Медведев В.В. Системы двигателя внутреннего сгорания: Учебное пособие. – СПб ГМТУ, 2001.

*Раздел 8. Топливная аппаратура.*

1. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей. – М.: Легион-Автодата, 2004.
2. Семионичев С.Р., Семионичев Д.С., Степанов А.Н. Проектирование камеры сгорания дизеля. – СПб ГМТУ, 2002.

*Раздел 9. Тяговые расчеты.*

1. Ачкинадзе А.Ш., Гаврилов В.В., Степанов И.Э. Автоматизированное проектирование пропульсивного комплекса морского транспортного судна. – Учебное пособие. СПб.: Изд. СПбГМТУ, 2000.
2. Румб В.К., Яковлев Г.В., Шаров Г.И., Медведев В.В., Минасян М.А. Судовые энергетические установки. Раздел 1. Судовые дизельные энергетические установки. – Учебник. СПб.: Изд. СПбГМТУ, 2006.
3. Войткунский А.И. Соппротивление движению судов. – Л.: Судостроение, 1988.

## **Часть 6 «Энергоустановки на ядерном и водородном топливе для объектов морской техники»**

### **1. Радиоактивность**

строение ядер; зона существования ядер по  $Z$  и  $N$ ; закон радиоактивного распада, период полураспада;  $\alpha$ -распад,  $\beta$ -распад,  $\gamma$ -излучение, свойства.

### **2. Ядерные реакции**

реакции нейтрона с ядрами (упругого и неупругого рассеяния, радиационного захвата, деления); сечения реакций (обозначение, зависимость от энергии).

### **3. Цепная реакция деления**

осколки и продукты деления, остаточное тепловыделение; мгновенные и запаздывающие нейтроны, мгновенно-критичный реактор; энергия деления; коэффициент размножения, формула шести сомножителей; реактивность.

### **4. Замедление нейтронов, характеристики замедлителей**

нейтронный газ; спектр нейтронов в ЯР; летаргия; потеря энергии на одно столкновение;

характеристики замедлителей:  $\Sigma_a$ ,  $\Sigma_s$ ,  $\xi$ ,  $\xi\Sigma_s$ , коэффициент замедления.

5. Плотность потока нейтронов в цилиндрической активной зоне  
распределение плотности потока нейтронов по высоте и радиусу; влияние отражателя;  
коэффициенты неравномерности; особенности гетерогенных реакторов.

6. Работа ядерного реактора, накопление плутония, отравление  
температурный коэффициент реактивности; кинетика выгорания топлива; йодная яма;  
прометиевый провал.

7. Классификация ядерного реактора

8. Материалы судового реакторостроения, виды и свойства  
топливо (нуклиды  $^{235}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{233}\text{U}$ , получение, топлива); теплоносители; замедлители  
(сечение поглощения и замедляющая способность); поглотители.

9. Конструкционные материалы судового реакторо- и парогенераторостроения, виды и свойства

материалы активной зоны: стали, сплавы на основе циркония; материалы корпуса;  
материалы поверхностей теплообмена.

10. Основные конструктивные элементы ядерного реактора, их свойства и назначение  
ТВЭЛы; ТВС (конструкция, расположение в АЗ); конструкция ЯР (корзина АЗ, тепловые  
экраны и отражатели, органы СУЗ, плиты, МКП, корпус, патрубки).

11. Основные конструктивные элементы парогенератора ЯЭУ, их свойства и назначение  
варианты компоновки парогенератора; «прямая» и «обратная» схемы; трубная система,  
коллекторы, глушение трубок, дроссельные устройства.

12. Тепловой расчет парогенератора

определение коэффициентов теплопередачи на каждом из участков ПГ; кризисы  
теплообмена; паросодержание; зависимости  $t(Q)$  и  $t(L)$ .

13. Расчет гидравлического сопротивления

динамический напор; расчет коэффициента сопротивления трения; местное  
сопротивление.

14. Тепловой расчет ядерного реактора

расчет запаса по кризису; правила выбора конструктивных параметров; гидравлическое  
профилирование.

15. Особенности теплового расчета ядерного реактора с жидкометаллическим  
теплоносителем

расчет коэффициента теплоотдачи.

16. Принципиальная схема, состав, назначение и принцип действия основного  
оборудования судовой ядерной энергетической установки

17. Системы судовой паропроизводящей установки

основные системы и оборудование паропроизводящей установки ЯЭУ, их характеристики  
и назначение.

18. Системы судовой паротурбинной установки

основные системы и оборудование паротурбинной установки ЯЭУ, их характеристики и  
назначение.

19. Проточная часть турбины, процесс расширения пара в турбине

ступени скорости и ступени давления; внутренний и адиабатный теплоперепад.

20. Отборы пара от турбины и регенеративный подогрев питательной воды.

21. Биологическая защита, назначение и материалы

поглощение  $\gamma$ -излучения, замедление быстрых нейтронов, поглощение тепловых  
нейтронов; бак металловодной защиты.

22. Основы дозиметрии

единицы измерения, биологическая эффективность.

23. Свойства водорода. Получение водорода. Системы хранения водорода и кислорода

24. Топливные элементы с твердополимерным электролитом

- принцип работы, виды, конструкция; плотность тока, вольтамперная характеристика.
25. Состав и принцип работы электрохимической энергоустановки  
соединение топливных элементов; системы подготовки и подачи топлива и окислителя, система термостатирования, система пожаровзрывобезопасности, контур инертного газа.
  26. Основы конструирования в программный комплекс САПР SolidWorks
  27. Численное решение дифференциальных уравнений  
явные и неявные конечно-разностные схемы.
  28. Работа парогенераторов ЯЭУ  
долевые нагрузки, параллельная работа кипящих каналов.
  29. Физико-химические основы преобразования химической энергии в электрическую  
явления на границе электрод-электролит, электродные процессы, токообразующие и конкурирующие реакции.
  30. Основы гидродинамики  
уравнения Навье-Стокса.

#### **Рекомендованная литература**

1. Судовые ядерные энергетические установки. Учеб. для вузов. Под ред. В.А. Кузнецова. М.: Атомиздат, 1976. - 376 с.
2. Шаманов Н.П., Пейч Н.Н., Дядик А.Н. Судовые ядерные паропроизводящие установки. Учебник. - Л.: Судостроение, 1990. - 368 с.
3. Дядик А.Н., Сурин С.Н. Энергетика атомных судов. - СПб.: Судостроение, 2014. - 477 с.
4. Федоров Л.Ф., Рассохин Н.Г. Процессы генерации пара на атомных электростанциях. М.: Энергоатомиздат, 1985. - 288 с.
5. Шаманов Н.П., Калмыков А.Н. Электрохимические транспортные энергоустановки с водородным топливом: Монография. СПбГМТУ. – СПб., 2006. – 306 с.
6. Румб В.К., Яковлев Г.В., Шаров Г.И., Медведев В.В., Минасян М.А. Судовые энергетические установки. Судовые дизельные энергетические установки. Учебник. СПбГМТУ. – СПб., 2007. – 622 с.

#### **Часть 7 «Обеспечение экологической безопасности энергетического оборудования морской техники»**

1. Экологическое состояние Мирового Океана.
2. Загрязнение гидросферы нефтью и нефтепродуктами.
3. Загрязнение гидросферы тяжелыми металлами.
4. Миграция и трансформация основных загрязняющих веществ в экосистемах Мирового Океана.
5. Виды мониторинга акваторий морских портов.
6. Нормативное регулирование экологического мониторинга и контроля хозяйственной деятельности на морях и океанах.
7. Основные характеристики атмосферного воздуха.
8. Основные факторы, влияющие на окружающую среду в связи с эксплуатацией судового главного оборудования.
9. Токсичные вещества в топливе и дымовых газах.
10. Формирование загрязненных участков атмосферы в местах базирования судов.
11. Влияние метеорологических условий на загрязнение атмосферы в портах.
12. Рассеивание загрязняющих веществ от судового главного оборудования в атмосфере.
13. Воздействие выбросов судового главного оборудования на окружающую среду и здоровье людей.
14. Нормирование выбросов загрязняющих веществ от судового главного оборудования. Технические нормативы выбросов.

15. Предельно-допустимые концентрации загрязняющих веществ.
16. Методы анализа состава отработавших газов и определение концентрации загрязняющих веществ.
17. Основные типы топлив, используемых на судах, их достоинства и недостатки (с точки зрения образования загрязняющих веществ).
18. Основные способы улучшения качества судовых топлив.
19. Присадки к топливам и их влияние на полноту сгорания топлив.
20. Очистка дымовых газов от сернистых соединений в элементах судового главного оборудования.
21. Механизмы образования оксидов азота в топках котлов.
22. Влияние смесеобразования топлива на токсичность и дымность отработавших газов.
23. Методы снижения выбросов оксидов азота в судовых котлах.
24. Методы снижения токсичности продуктов сгорания от судовых двигателей.
25. Снижение выбросов вредных веществ с помощью нейтрализаторов.

### **Рекомендуемая литература**

#### ***Основная литература:***

1. Алёшин И.В. Экологический мониторинг Мирового океана: учеб. пособ. / И. В. Алёшин. – СПб.: Изд-во СПбГМТУ 1997. - 76 с.
2. Алёшин И.В. Экологический риск при освоении ресурсов Мирового океана: монография / И.В. Алёшин, А.С. Портной. – СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2012. - 174 с.
3. Жабо В. В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС: Учебник. - М.: Энергоатомиздат, 1992. – 240 с.
4. Николаев А.Г. Экологически безопасные энерготехнологии „на водном транспорте: Учебник. - Новосибирск: Сибирское соглашение. 2003. – 256 с.
5. Николайкин Н.И. Экология: Учебник для вузов. - М.: Дрофа, 2009. – 622 с.
6. Румб В.К. Токсичность судовых двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие / В. К. Румб, О.В. Серажутдинов. – СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2015. - 124 с.

#### ***Дополнительная литература:***

7. Зубрилов С.П., Ищук Ю.Г., Косовский В.И. Охрана окружающей среды при эксплуатации судов. Л.: Судостроение, 1989. – 256 с.
8. Николайкин Н. И., Николайкина Н. Е., Мелехова О. П. Экология: Учебник для ВУЗов. - М.: Дрофа, 2003. – 524 с.
1. Судовые энергетические установки / Г. А. Артемов и др. - JL: Судостроение, 1987. - 480 с.
2. Эксплуатация судовых дизельных энергетических установок / Камкин С. В. и др. - М.: Транспорт, 1996. - 432 с.

### **Часть 8 «Конструкторско-технологическое обеспечение судового машиностроения»**

1. Что такое машиностроительное производство. Назовите и обоснуйте целевые функции машиностроительного производства.
2. Чем отличаются производственный и технологический процессы в машиностроении.
3. Виды износа режущего инструмента.
4. Определите методы, используемые для обеспечения необходимых характеристик качества и точности при обработке наружных поверхностей деталей.
5. Параметры и показатели надёжности технологических систем.
6. Качество изделий судового машиностроения и его технические свойства.
7. Способы получения заготовок литьем.
8. Виды обработки давлением.
9. Что такое технологичность конструкции изделия.

10. Режущий инструмент для станков с ЧПУ. Требования к инструментам.
11. Режущий инструмент для фрезерных станков.
12. Режущий инструмент для сверлильных и расточных станков.
13. Погрешности обработки заготовок.
14. Обеспечение требуемой точности и шероховатости поверхности деталей.
15. Надежность как основной показатель качества и её обеспечение.
16. Повышение качества поверхностного слоя детали как средство обеспечения надежности изделия при эксплуатации.
17. Обрабатывающие центры и станки с ЧПУ.
18. Координатно- измерительные машины (КИМ) и их назначение.
19. Инструментальные стали. Их характеристики и области применения.
20. Типовой технологический процесс.
21. Групповой технологический процесс.
22. Твердосплавный режущий инструмент.
23. Автоматизация токарных работ.
24. Пассивный и активный контроль при обработке заготовок.
25. Пневматический привод приспособлений. Достоинства и недостатки. Области применения.
26. Гидравлический привод приспособлений Достоинства и недостатки. Области применения.
27. Магнитные и электромагнитные приспособления. Область применения.
28. Классификация установочных элементов технологических приспособлений.
29. Классификация зажимных элементов технологических приспособлений.
30. Установочные элементы технологических приспособлений.
31. Технологическая подготовка производства. Её значимость в организации производства. Технологическая готовность производства.
32. Разработка типовых технологических процессов (ГОСТ 14.303-73). Этапы разработки.
33. Основные понятия о механизации и автоматизации ТП.
34. Основные функции технологов.
35. Техническое нормирование работ.
36. Базы и базирование в машиностроении.
37. Анализ погрешностей обработки заготовок.
38. Что такое качество продукции и система качества?
39. Электрофизические методы обработки заготовок.
40. Влияние жесткости станка, заготовки, приспособления и режущего инструмента на точность, шероховатость поверхностей детали.
41. Какие этапы жизненного цикла входят в состав инновационной научно-технической разработки?
42. Штучно-калькуляционное время и его определение при нормировании работ.
43. Что такое отклонения форм поверхностей деталей и причины их появления?
44. Какие факторы влияют на точность обработки детали?
45. Показатель качества ТП.
46. Какую технологическую документацию разрабатывают технологи.
47. Шероховатость поверхностей детали. Параметры шероховатости.
48. Основные виды отказов технологического оборудования.
49. Характеристика и основные причины появления отказов.
50. Сварка. Виды сварки давлением, плавлением.
51. Классификация систем автоматизации проектирования.
52. Вибрации при обработке заготовок резанием и методы борьбы с ней.
53. Вспомогательные элементы, повышающие жесткость технологической системы.
54. Классификация САПР по уровню автоматизации проектирования.

55. Сущность и виды термической обработки заготовок.
56. Виды химико-термической обработки и её назначение.
57. Припуски на механическую обработку и их определение.
58. Гальванические виды обработки. Покрытия. Их назначение.
59. Сущность лазерной обработки заготовок. Область применения.
60. Сущность плазменной обработки заготовок. Область применения.

## **Часть 9 «Системотехника автоматизированных объектов морской техники»**

### Раздел 1. Теория автоматического регулирования.

1. Линейные системы автоматического регулирования и управления.
  - 1.1. Основные понятия и определения линейной теории анализа и синтеза автоматических систем (Понятия устойчивости, полной управляемости, полной наблюдаемости).
    - 1.1.1 Основные элементы автоматических систем и их математическое моделирование (Методика составления уравнений динамики систем. Линеаризация уравнений. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению).
    - 1.1.2 Формы описания динамики автоматических систем (нормальная форма, каноническая форма). Методы перехода от нормальной формы записи к канонической форме.
    - 1.1.3 Операторная форма записи динамики автоматических систем. Преобразование Лапласа, передаточная функция, типовые динамические звенья, структурные преобразования.
  - 1.2. Методы анализа и синтеза линейных автоматических систем
    - 1.2.1. Алгебраические критерии устойчивости: Стодолы-Вышнеградского, Раута-Гурвица, Соколова-Липатова).
    - 1.2.2. Частотные критерии устойчивости (Найквиста, Михайлова, Неймарка).
    - 1.2.3. Частотные методы оценки и коррекции качества.
    - 1.2.4. Корневые методы оценки и коррекции качества.
    - 1.2.5. Интегральные методы оценки и коррекции качества.
2. Нелинейные системы автоматического регулирования и управления
  - 2.1. Основные понятия и определения нелинейной теории анализа и синтеза автоматических систем - понятия пространства состояний (фазового пространства), состояний равновесия (особые точки), фазовых траекторий и предельных циклов (особые траектории). Понятие устойчивости в формулировке Ляпунова.
  - 2.2. Математическое моделирование динамики автоматических систем. Типовые нелинейности, присущие автоматическим системам.
  - 2.3. Методы анализа и синтеза нелинейных автоматических систем.
    - 2.3.1. Точные аналитические методы (Второй метод Ляпунова, метод точечных отображений в фазовом пространстве системы);
    - 2.3.2. Понятие абсолютной устойчивости автоматических систем (Частотный критерий В.М.Попова);
    - 2.3.3. Приближенные аналитические методы (метод гармонического баланса Е.П.Попова, графоаналитический метод Л.С.Гольдфарба);
    - 2.3.4. Численные методы исследования автоматических систем (методы
3. Современные тенденции развития систем автоматического регулирования и управления. Сложные автоматические системы (системы логико-динамического класса, оптимальные системы, адаптивные системы, самоорганизующиеся системы, робастные системы, FAZZI – систем).

### Раздел 2. Проектирование систем автоматизации.

1. Назначение автоматизации объектов. Степень автоматизации объекта. Разновидности систем автоматизации и их структурные схемы.

2. Обобщенная структура системы автоматизации. Назначение функционального блока ССД.
3. Обобщенная структура системы автоматизации. Назначение функционального блока СРД.
4. Типовая структура измерительного канала. Датчики сигналов физических величин и их основные характеристики.
5. Оценка системных параметров. Результирующая погрешность. Временные параметры.
6. Работа измерительного канала в реальных условиях. Принцип генерирования «случайных» чисел. Статистическая модель измерительного канала.
7. Магистрально-модульные системы автоматизации. Модульная платформа РХІ. Модули ввода/вывода R-серии.
8. Магистрально-модульные системы автоматизации. Модульная платформа РХІ. Модули ввода/вывода S-серии.
9. Магистрально-модульные системы автоматизации. Модульная платформа РХІ. Модули ввода/вывода M-серии.
10. Магистрально-модульные системы автоматизации. Платформа автоматизации на базе ПКА.
11. Распределенные системы автоматизации. Одноуровневые централизованная, децентрализованная, двухуровневая иерархическая системы.
12. Операторский уровень системы автоматизации. Человек-оператор как элемент автоматизированной системы.

### Раздел 3. Технически диагностика судового оборудования.

1. Методы технического обслуживания машин и оборудования
2. Функциональное диагностирование. Классификация методов.
3. Тестовое диагностирование. Классификация методов.
4. Процесс оценки технического состояния машин и оборудования. Функциональное и тестовое диагностирование
5. Процесс формирования диагноза о техническом состоянии машины или оборудования.
6. Методология технической диагностики.
7. Условие работоспособности машин или оборудования.
8. Условие работоспособности непрерывных объектов.
9. Условие работоспособности дискретных объектов.
10. Функциональная схема технического диагностирования. Понятие диагностического симптома.
11. Математическая модель объекта диагностики на примере цилиндра-поршневой группы судового дизеля. Оценка эталонного значения температуры цилиндровой втулки судового малооборотного дизеля по формуле доктора Хансена и по номограмме.
12. Рабочая процедура диагностирования судового малогабаритного двигателя.
13. Функциональная схема диагностирования двигателей фирмы Бурмейстер и Вайн со схемой отображения информации оператору.
14. Особенности использования и области применения в технической диагностике методов анализа вибрации: общий уровень, октавный, и третьоктавный анализ, узкополосный спектральный анализ низкочастотных сигналов, метод ударных импульсов.
15. Спектральный анализ периодических и непериодических сигналов в технической диагностике.
16. Установки анализаторов спектров: динамический диапазон, граничная частота спектра, разрешающая способность анализатора (количество частотных линий), время измерения мгновенного спектра, время измерения усредненного спектра, требование разделения двух близких по частоте гармонических составляющих.
17. Особенности использования параметров высокочастотной случайной вибрации для

диагностики узлов машин и оборудования.

18. Правила выбора параметров полосового фильтра для выделения высокочастотной вибрации, создаваемой силами трения и микроударами.

19. Различия понятий «мониторинг» и «диагностика» машин и оборудования по сравнению с понятием «контроль по ГОСТу ИСО». Расчет значений порога Предупреждения и порога Останова по ГОСТу Р ИСО 10816, часть третья.

20. Вибрационная диагностика подшипников качения. Основные подшипниковые частоты вибрации. Особенности узкополосного анализа низкочастотной вибрации, основные и дополнительные диагностические признаки дефектов подшипников.

21. Вибрационная диагностика подшипников качения. Основные подшипниковые частоты вибрации. Особенности узкополосного спектрального анализа огибающей высокочастотной вибрации, основные и дополнительные диагностические признаки дефектов подшипников.

22. Оценка степени развития дефектов подшипников качения по спектру огибающей высокочастотной случайной вибрации.

раздел 4. Системы и устройства судовой автоматики.

1. Общие сведения об автоматических системах и их элементах. Коэффициент преобразования. Порог чувствительности.

2. Аппаратура управления. Электромагнитное реле.

3. Дистанционные передачи. Потенциометрические дистанционные передачи.

4. Дистанционные передачи. Сельсины.

5. Дистанционные передачи. Вращающиеся трансформаторы.

6. Исполнительные устройства. Двигатели постоянного тока с независимым возбуждением.

7. Исполнительные устройства. Двухфазные двигатели переменного тока.

8. Усилители исполнительных устройств. Электромашинные усилители.

9. Усилители исполнительных устройств. Магнитные усилители.

10. Электромеханические датчики скоростей и ускорений. Тахогенераторы.

11. Усилители переменного тока. Усилительный каскад по схеме с общим эмиттером.

12. Усилители переменного тока. Эмиттерный повторитель. Фазоинвертный усилитель.

13. Усилители переменного тока. Двухтактный каскад усилителя мощности.

14. Усилители постоянного тока. Дифференциальные усилители.

15. Усилители постоянного тока. Операционные усилители – инвертирующие усилители.

16. Усилители постоянного тока. Операционные усилители – неинвертирующие усилители.

17. Усилители постоянного тока. Операционные усилители – повторитель напряжения, инструментальный усилитель.

18. Схемы аналоговых вычислений на ОУ. Сумматор.

19. Схемы аналоговых вычислений на ОУ. Интегратор и его рабочие циклы.

20. Схемы аналоговых вычислений на ОУ. Дифференциатор и его АЧХ.

21. Функциональные устройства. Компаратор. Триггер Шмидта и его передаточная характеристика.

22. Функциональные устройства. Амплитудный ограничитель.

23. Генераторы линеаризующих колебаний.

24. Генераторы линеаризующих колебаний. Генератор линейно изменяющегося напряжения.

25. Фильтры Чебышева, Баттерворта, Бесселя.

26. Автоматические системы контроля и защиты.

27. Автоматические системы управления, эл. ключи.

28. Автоматические системы регулирования.

## Раздел 5. «Автоматизация СЭУ»

1. Основные понятия: объект автоматизации, система автоматизации, основные функции судовых САУ. Понятие о классах автоматизации. Требования «Правил классификации и постройки судов» Морского Регистра РФ к функциональным возможностям САУ для различных классов автоматизации.
2. Понятие о назначении и устройстве систем ДАУ. Структура и принцип действия следящей линии. Устройство и принцип действия задающих устройств, блоков логики и исполнительных механизмов.
3. Понятие о назначении и устройстве систем централизованного контроля теплотехнических параметров. Номенклатура контролируемых параметров. Принцип действия СЦК с параллельным и последовательным контролем измерительных каналов.
4. Устройство и принцип действия первичных преобразователей (датчиков температуры, давления, оборотов).
5. Устройство и принцип действия локальных средств представления информации (кнопок, табло, цифровых индикаторов, светодиодных дорожек и т.п. Понятие о виртуальных измерительных приборах.
6. Назначение и принцип действия систем аварийно-предупредительной сигнализации (АПС). Аналоговые и дискретные датчики теплотехнического контроля. Понятие об уставках параметров. Способы оповещения персонала о возникновении нештатных ситуаций.
7. Назначение и принцип действия систем аварийной защиты. Область применения систем аварийной защиты.
8. Назначение и типовой состав судовых систем технической диагностики.
9. Понятие о регуляторах прямого и непрямого действия. Виды внешней энергии, подводимой к регуляторам непрямого действия. Особенности применения в регуляторах непрямого действия различных носителей подводимой энергии.
11. Показатели качества регулирования. Понятия о статических и динамических ошибках, длительность переходного процесса, автоколебания и устойчивость.
12. Принципы и законы регулирования. Статические и астатические регуляторы.
13. Конструктивное устройство и принцип действия гидравлического сервомотора.
14. Конструктивное устройство и принцип действия электрического сервомотора.
15. Назначение и структура система автоматизации судовых дизельных установок.
16. Назначение и структура система автоматизации корабельных газотурбинных установок (СДУ).
17. Состав и назначение системы автоматизации вспомогательной котельной установки. Номенклатура управляемых и регулируемых параметров.
18. Состав и назначение системы автоматизации судовой электростанции. Регулируемые параметры. Принципы взаимодействия электрических генераторов с судовой системой электроснабжения.
19. Понятие о швартовных и ходовых испытаниях автоматизированного оборудования. Статические и динамические характеристики. Понятие о выбеге судна. Способы экстренного торможения судна.
20. Особенности условий эксплуатации судовых систем автоматизации. Понятие о надёжности автоматических устройств. Самодиагностика судовых САУ. Принципы модульного восстановления аппаратуры САУ.
21. Требования к уровню квалификации специалистов, занимающихся разработкой и эксплуатацией судовых средств автоматизации.