

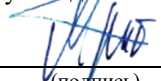


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

«СОГЛАСОВАНО»

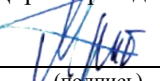
Руководитель ОП

  
\_\_\_\_\_ Грибиниченко М.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

« 1 » августа 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор отделения ММТиТ

  
\_\_\_\_\_ Грибиниченко М.В.  
(подпись) (Ф.И.О.)

« 1 » августа 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

Судовые турбомашинны

**Специальность 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок**

Специализация «Эксплуатация корабельных дизельных и дизель-электрических энергетических установок»

**Форма подготовки очная**

курс 4 семестр 7

лекции 36 час.

практические занятия 36 час.

лабораторные работы 36 час.

в том числе с использованием МАО лек. 18 / пр. 18 /лаб. 00 час.

всего часов аудиторной нагрузки 108 час.

в том числе с использованием МАО 36 час.

самостоятельная работа 72 час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 час.

контрольные работы не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект: 7 семестр

зачет не предусмотрен

экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 15.03.2018 №192

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Судовой энергетики и автоматики протокол № 9 от «11» июня 2019 г.

Заведующий кафедрой: Грибиниченко М.В.

Составитель: Клименюк И.В.

**Владивосток**  
**2019**

**I. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « 14 » мая 2021 г. № 9**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « 24 » июня 2021 г. № 13

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « 15 » июля 2021 г. № 08-21

**II. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**III. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**IV. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**V. Рабочая программа пересмотрена и утверждена на заседании *Отделения машиностроения, морской техники и транспорта* Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_**

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС Политехнического института (Школы):**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

**Рабочая программа, в составе ОПОП, пересмотрена и утверждена на заседании УС ДВФУ:**

Протокол от « \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

## **Аннотация к рабочей программе дисциплины «Судовые турбомашинны»**

Рабочая программа дисциплины разработана для студентов, обучающихся по специальности 26.05.06 Эксплуатация судовых энергетических установок, специализация «Эксплуатация корабельных дизельных и дизель-электрических энергетических установок» и включена в обязательные дисциплины вариативной части Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана (индекс Б1.В.10).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 180 часов (5 зачетных единиц). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (36 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме), лабораторные работы (36 часов), практические занятия (36 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме) и самостоятельная работа студента (72 часа, в том числе 27 часов на подготовку к экзамену). Дисциплина реализуется на 4-ом курсе в 7-ом семестре. Форма контроля – экзамен.

Главными задачами современного двигателестроения является повышение топливной экономичности и надежности работы энергетической установки. Проектирование и эксплуатация судовых энергетических установок, в том числе турбин, сложный процесс, связанный с использованием знаний из многих дисциплин. В процессе освоения дисциплины студент должен научиться путем системного и технико-экономического анализа обосновывать принимаемые решения и добиваться требуемых характеристик энергетической установки.

**Целью** дисциплины «Судовые турбомашинны» является изучение теоретических основ турбомашин, современных способов проектирования и конструирования судовых турбин, их узлов и деталей, освоение основных принципов выбора материала и методов обеспечения надежности и прочности деталей и узлов.

**Задачи** дисциплины: обобщить и систематизировать знания дисциплин пререквизитов учебного плана, овладеть методологией проектирования

судовых турбоагрегатов и их элементов, расширить представление о достижениях отечественного и зарубежного турбостроения и получить навыки конструирования деталей и узлов турбин.

Усвоение данной дисциплины позволит студентам подготовиться к работам, связанным с эксплуатацией судовых энергетических установок, к работе в конструкторско-технологических проектных организациях, на судостроительных и судоремонтных заводах.

При изучении дисциплины необходимо знание материала, излагаемого в учебных дисциплинах: «Гидромеханика в морской технике», «Техническая термодинамика и теплопередача», «Теория судовых машин и механизмов», «Материаловедение и технология конструкционных материалов», «Детали судовых машин». При изучении указанных дисциплин (пререквизитов) формируются «входные» знания, умения, опыт и компетенции, необходимые для успешного освоения дисциплины «Судовые турбомашин». В результате освоения дисциплин (пререквизитов) студент должен знать:

- основы термодинамических расчетов;
- основы расчетов процессов теплообмена;
- основы гидравлических расчетов;
- основы прочностных расчетов;
- основы конструирования машин и механизмов.

Для успешного изучения дисциплины «Судовые турбомашин» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность генерировать новые идеи, выявлять проблемы, связанные с реализацией профессиональных функций, формулировать задачи и намечать пути исследования;
- способность и готовность к самостоятельному обучению в новых условиях производственной деятельности с умением установления приоритетов для достижения цели в разумное время;

– способность на научной основе организовать свой труд, самостоятельно оценить результаты своей деятельности, владеть навыками самостоятельной работы, в том числе в сфере проведения научных исследований.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы, характеризуют этапы формирования следующих компетенций:

Задача профессиональной деятельности	Объекты или область знания	Код и наименование профессиональной компетенции	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
<b>Тип задач профессиональной деятельности: эксплуатационно-технологический и сервисный</b>			
<p>Техническая эксплуатация судов и судового энергетического оборудования. Техническое наблюдение за судном, проведение испытаний и определение работоспособности судового оборудования. Организация безопасного ведения работ по монтажу и наладке судовых технических средств. Выбор оборудования, элементов и систем оборудования для замены в процессе эксплуатации судов.</p>	<p>Судно; судовое энергетическое оборудование; средства автоматизации судовых энергетических установок; энергетические установки кораблей военно-морского флота; энергетические установки кораблей и судов федеральных органов исполнительной власти; энергетические установки буровых платформ, плавучих дизельных электростанций; газотурбокомпрессорные установки; судоремонтные и судостроительные предприятия</p>	<p><b>ПК-2</b> Организация технического обслуживания судов</p>	<p><b>ПК-2.1</b> Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью</p> <p><b>ПК-2.2</b> Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием</p> <p><b>ПК-2.3</b> Контроль выполнения смет технического обслуживания и ремонта судовых устройств и механизмов, конструкций судов, спасательных, противопожарных и защитных средств</p>

## 2. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единицы (180 академических часов).

(1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам)

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Пр	Практические занятия
СР	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
Контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

### Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации, текущего контроля успеваемости
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Контроль	
1	Раздел 1. Общие сведения о турбинных установках	7	4	4	4				УО-1, ПР-5 / Экзамен
2	Раздел 2. Теория турбинной ступени	7	10	10	10				
3	Раздел 3. Многоступенчатые турбины	7	6	6	6		45	27	
4	Раздел 4. Судовые газотурбинные установки	7	10	10	10				
5	Раздел 5. Проектирование турбин	7	6	6	6				
	Итого:		36	36	36		45	27	

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (36 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме)**

**Раздел 1. Общие сведения о турбинных установках (4 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

**Тема 1. Общие сведения о турбинных установках (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Предмет и задачи курса. Структура дисциплины и ее роль в подготовке инженера-механика по судовой энергетике. Основные понятия и определения. Особенности турбинного двигателя. Преимущества и недостатки турбинного двигателя. Классификация турбин. История и перспективы развития судовых паровых и газовых турбин.

**Тема 2. Судовые паротурбинные установки (2 часа)**

Циклы и тепловые схемы паротурбинных установок (ПТУ). Влияние начальных и конечных параметров пара на эффективность паротурбинной турбины. Использование промежуточного перегрева пара для повышения эффективности ПТУ. Использование регенеративного подогрева воды для повышения эффективности ПТУ. Конструкция турбин высокого давления (ТВД). Конструкция турбин низкого давления (ТНД).

**Раздел 2. Теория турбинной ступени (10 часов, в том числе 6 часов в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

**Тема 3. Принципы работы турбинных ступеней (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Схема, принцип действия и изменение параметров пара в ступени активного типа. Схема, принцип действия и изменение параметров пара в ступени реактивного типа. Преимущества и недостатки ступеней активного и реактивного типа. Необходимость применения многоступенчатых турбин. Схема, принцип действия и изменение параметров пара в многовенечной

ступени. Схема, принцип действия и изменение параметров пара в активных и реактивных многоступенчатых турбинах.

#### **Тема 4. Основы теории течения газа в решетках турбомашин (2 часа)**

Основные уравнения движения одномерного газового потока. Полные и текущие параметры рабочей среды. Критические параметры. Газодинамические функции. Изменение скорости газа при изменении площади поперечного сечения канала. Процесс течения газа в конфузорном канале. Процесс течения газа в диффузорном канале. Определение скорости и расхода газа при изоэнтропийном движении.

#### **Тема 5. Характеристики турбинных решеток (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Геометрические характеристики профиля и решетки профилей. Классификация профилей. Режимные параметры решеток. Треугольники скоростей. Расширение в косом срезе. Угол поворота потока и расширительная способность косого среза суживающегося сопла. Угол поворота потока и расширительная способность косого среза сопла Лаваля.

#### **Тема 6. Потери энергии в турбинной решетке (2 часа)**

Действительный процесс расширения рабочего тела в каналах турбинных решеток. Потери энергии при реальном течении газа в межлопаточных каналах. Классификация потерь энергии в решетках. Профильные потери. Определение коэффициентов потерь и коэффициентов скорости. Процесс расширения рабочего тела в активной ступени. Процесс расширения рабочего тела в реактивной ступени. Степень реактивности.

#### **Тема 7. Окружной и внутренний КПД ступени (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Преобразование энергии в решетке профилей. Силы, действующие на лопатку при обтекании её потоком рабочего тела. Турбинные уравнения Эйлера. Окружная работа и мощность ступени. Окружной КПД ступени. Скоростная характеристика ступени. Внутренние потери в ступени.



Классификация внутренних потерь. Внутренний КПД и внутренняя мощность ступени.

**Раздел 3. Многоступенчатые турбины (6 часов, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

**Тема 8. Эффективный КПД и эффективная мощность многоступенчатой турбины (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Преимущества многоступенчатого исполнения турбин. Возвращенная теплота. Классификация потерь в многоступенчатой турбине. Внутренние потери турбоагрегата. Потери от утечек. Внешние потери турбоагрегата. Эффективный КПД и эффективная мощность. Скоростная характеристика турбины. Удельный расход рабочего тела.

**Тема 9. Переменные режимы работы турбины (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Изменение характеристик турбин. Работа сопл и ступеней на переменном режиме. Изменение теплоперепадов, частот вращения, параметров и крутящих моментов.

**Тема 10. Регулирование мощности турбин (2 часа)**

Регулирование мощности турбин: дроссельное, сопловое, байпасное, комбинированное. Способы повышения КПД на переменных режимах. Турбины (ступени) малых ходов.

**Раздел 4. Судовые газотурбинные установки (10 часов, в том числе 6 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

**Тема 11. Общие сведения о газотурбинных двигателях (ГТД) (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Схема, основные элементы и принцип действия газотурбинного двигателя. Циклы ГТД. Парогазовые установки. Структурные схемы

газотурбинных двигателей. Эффективная работа и эффективный КПД ГТД. Расчет цикла ГТД.

### **Тема 12. Компрессоры ГТД (2 часа)**

Классификация компрессоров. Схема и принцип действия осевого компрессора. Преимущества и недостатки осевого компрессора. Треугольники скоростей осевого компрессора. Процесс сжатия воздуха в ступени компрессора. Коэффициенты расхода и напора. Геометрические характеристики профилей лопаток компрессоров. Факторы, влияющие на степень повышения давления. Типы ступеней с различной степенью реактивности. Многоступенчатые осевые компрессоры. Расчет осевого компрессора.

### **Тема 13. Газовые турбины (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Особенности газовых турбин. Охлаждение деталей газовых турбин. Пути совершенствования газовых турбин. Распределение перепадов энтальпий между ступенями и выбор числа ступеней. Выбор степени реактивности. Расчет газовой турбины.

### **Тема 14. Турбокомпрессоры судовых дизелей (2 часа)**

Конструкция и принцип действия турбокомпрессора дизеля. Схемы газотурбинного наддува. Методика расчета турбокомпрессора.

### **Тема 15. Камеры сгорания ГТУ (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Проблемная лекция)**

Требования, предъявляемые к камерам сгорания. Принципиальная схема камеры сгорания, ее важнейшие конструктивные элементы. Классификация камер сгорания. Материалы, применяемые для изготовления камер сгорания. Основные процессы, протекающие в камерах сгорания. Способы подачи топлива в камеру сгорания. Основы теории процессов распыливания топлива. Расчет камер сгорания.

## **Раздел 5. Проектирование турбин (6 часов)**

### **Тема 16. Проектирование судового парового турбоагрегата (2 часа)**

Выбор начальных и конечных параметров пара. Выбор числа корпусов. Выбор схемы проточной части ГТЗА. Выбор типа облопатывания. Предварительный расчет турбоагрегата. Распределение внутреннего теплоперепада и мощности между корпусами ГТЗА. Построение процесса расширения пара в турбоагрегате в  $h$ - $S$  координатах.

### **Тема 17. Конструирование сопел и рабочих лопаток (2 часа)**

Конструкции сопловых аппаратов турбин. Конструкции направляющих и рабочих лопаток турбомашин. Крепление лопаток. Нагрузки, действующие на лопатку. Определение напряжений растяжения. Определение напряжений изгиба. Расчет хвостовых креплений. Определение вибрационной надежности лопаток. Материалы для деталей лопаточного аппарата. Конструктивное оформление ступени.

### **Тема 18. Конструирование ротора и подшипников турбины (2 часа)**

Конструирование ротора турбины. Конструкции дисков и барабанов. Усилия и напряжения, возникающие в роторах и дисках. Расчеты на прочность роторов. Расчет колебаний роторов. Жесткие и гибкие валы. Определение критического числа оборотов. Определение прогибов вала. Материалы роторов и их деталей. Конструирование подшипников турбин. Конструкции опорных подшипников. Методика расчета опорного подшипника. Назначение и принцип действия упорного подшипника. Конструкции упорных подшипников. Расчет упорного подшипника.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ (72 часа, в том числе 18 часов в интерактивной форме)**

### **Практические занятия (36 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме)**

#### **Занятие 1. Расчет циклов ПТУ (2 часа)**

1. Расчет характеристик цикла простейшей ПТУ
2. Расчет характеристик цикла ПТУ с промежуточным перегревом пара;
3. Влияние начальных и конечных параметров пара на КПД ПТУ.

#### **Занятие 2. Расчет параметров соплового и рабочего аппаратов (2 часа)**

1. Расчет параметров торможения;
2. Расчет критических параметров;
3. Расчет течения газа в конфузорных и диффузорных каналах;
4. Расчет размеров сопл и рабочих лопаток.

#### **Занятие 3. Расчет уплотнений (2 часа)**

1. Выбор материалов для уплотнений;
2. Расчет утечек через уплотнения;
3. Выбор уплотнений.

#### **Занятие 4. Определение окружного и внутреннего КПД ступени (2 часа)**

1. Определение окружных потерь;
2. Определение внутренних потерь;
3. Определение окружного и внутреннего КПД.

#### **Занятие 5. Тепловой расчет турбинной ступени (4 часа, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Дифференцированные индивидуальные задания)**

1. Расчет активной ступени;
2. Расчет реактивной ступени;
3. Расчет многовенечной ступени.

**Занятие 6. Расчет многоступенчатых турбин (4 часа, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Дифференцированные индивидуальные задания)**

1. Расчет турбины активного типа;
2. Расчет турбины реактивного типа;
3. Расчет турбины заднего хода.

**Занятие 7. Расчет циклов ГТУ (2 часа)**

1. Расчет ГТД простого цикла;
2. Расчет сложных циклов ГТД;
3. Определение оптимальной степени сжатия воздуха в компрессоре;
4. Расчет цикла ГПТУ.

**Занятие 8. Расчет компрессора ГТУ (2 часа)**

1. Определение напора компрессорной ступени;
2. Газодинамический расчет осевого компрессора;
3. Характеристики многоступенчатого компрессора.

**Занятие 9. Расчет газовой турбины ГТУ (2 часа)**

1. Распределение перепадов энтальпий между ступенями и выбор числа ступеней;
2. Выбор степени реактивности и углов потока;
3. Определение геометрических размеров ступеней.

**Занятие 10. Расчет турбокомпрессора судового дизеля (4 часа, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Дифференцированные индивидуальные задания)**

1. Определение расчетных параметров воздуха и газа;
2. Расчет компрессора;
3. Расчет газовой турбины;

**Занятие 11. Расчет камеры сгорания ГТД (4 часа, в том числе 4 часа в интерактивной форме - Дифференцированные индивидуальные задания)**

1. Определение расхода топлива;

2. Определение основных размеров камеры сгорания;
3. Расчет температуры пламенной трубы;
4. Аэродинамический расчет камеры сгорания

#### **Занятие 12. Проектирование лопаточного аппарата турбин (2 часа)**

1. Расчет рабочих лопаток на растяжение;
2. Расчет рабочих лопаток на изгиб;
3. Расчет хвостового крепления рабочей лопатки;
4. Расчет вибрации рабочих лопаток;
5. Профилирование рабочих лопаток.

#### **Занятие 13. Проектирование роторов турбин (2 часа)**

1. Расчет вала на прочность;
2. Расчет критического числа оборотов;
3. Расчет барабанного ротора;
4. Расчет дискового ротора;

#### **Занятие 14. Проектирование подшипников турбин (2 часа, в том числе 2 часа в интерактивной форме - Дифференцированные индивидуальные задания)**

1. Выбор материалов подшипников;
2. Расчет опорных подшипников;
3. Расчет упорных подшипников.

#### **Лабораторные работы (36 часов)**

Лабораторная работа 1. Изучение конструкции проточной части паровых турбин (4 часа).

Лабораторная работа 2. Изучение конструкции проточной части газовых турбин (4 часа).

Лабораторная работа 3. Изучение конструкции проточной части компрессоров ГТУ (4 часа).

Лабораторная работа 4. Изучение конструкции камер сгорания ГТУ (4 часа).

Лабораторная работа 5. Изучение конструкции роторов турбин (4 часа).

Лабораторная работа 6. Определение основных характеристик турбинной ступени (4 часа)

Лабораторная работа 7. Определение окружного КПД турбинной ступени (4 часа).

Лабораторная работа 8. Определение окружных потерь в турбинной решетке (4 часа).

Лабораторная работа 9. Определение сил, действующих на турбинную лопатку (4 часа).

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Судовые турбомашин» представлено включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

#### **План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине**

№	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1.	2 неделя	Конспект, Отчет к лаб. работе №1	4	ПР-7 Конспект, ПР-6 Лаб. работа
2.	4 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №2	6	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа
3.	6 неделя	Конспект, Отчет к лаб. работе №3	4	ПР-7 Конспект, ПР-6 Лаб. работа

4.	8 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №4	6	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа
5.	10 неделя	Конспект, Отчет к лаб. работе №5	4	ПР-7 Конспект, ПР-6 Лаб. работа
6.	12 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №6	6	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа
7.	14 неделя	Конспект, Отчет к лаб. работе №7 Курсовой проект	5	ПР-7 Конспект, ПР-6 Лаб. работа ПР-5 Курсовой проект
8.	16 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №8	5	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа
9.	18 неделя	Конспект, Контрольный опрос, Отчет к лаб. работе №9 Курсовой проект	5	ПР-7 Конспект, УО-1 Собеседование ПР-6 Лаб. работа ПР-5 Курсовой проект
10.		Экзамен	27	УО-1 Собеседование



#### IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Общие сведения о турбинных установках	ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью	Знание нормативно-правовые акты РФ в области водного транспорта	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 1-7
			Умение осуществлять анализ поступающих дополнений и измерений нормативных документов по организации технического обслуживания судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 1-7
			Обладание навыками выполнения анализа общего технического состояния судов, его соответствия международным конвенциям и национальным требованиям	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 1-7
		ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием	Знание основные положения о сроках и нормах выполнения текущего ремонта судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 1-7
			Умение определять перечень материалов, необходимых для технического обслуживания и ремонта судов	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 1-7
			Владет навыками формирования графика докования судов и контроль его выполнения	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 1-7
2	Теория турбинной ступени	ПК-2.3 Контроль выполнения смет технического обслуживания и ремонта судовых устройств и механизмов, конструкций судов, спасательных, противопожарных и защитных средств	Знание норм расхода материалов и средств на плановые ремонтные работы	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 8-29
			Умение формировать судовые заявки на текущий ремонт судовых технических средств и конструкций судов	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 8-29
			Владение навыками ведения оперативного учета расхода средств на техническое обслуживание судов	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 8-29
		ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью	Знание нормативно-правовые акты РФ в области водного транспорта	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 8-29
			Умение осуществлять анализ поступающих дополнений и измерений нормативных документов по организации технического обслуживания судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 8-29
			Обладание навыками выполнения анализа общего технического состояния судов, его соответствия международным конвенциям и национальным требованиям	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 8-29

3	Многоступенчатые турбины	ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием	Знание основные положения о сроках и нормах выполнения текущего ремонта судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 30-36
			Умение определять перечень материалов, необходимых для технического обслуживания и ремонта судов	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 30-36
			Владет навыками формирования графика докования судов и контроль его выполнения	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 30-36
		ПК-2.3 Контроль выполнения смет технического обслуживания и ремонта судовых устройств и механизмов, конструкций судов, спасательных, противопожарных и защитных средств	Знание норм расходования материалов и средств на плановые ремонтные работы	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 30-36
			Умение формировать судовые заявки на текущий ремонт судовых технических средств и конструкций судов	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 30-36
			Владение навыками ведения оперативного учета расходования средств на техническое обслуживание судов	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 30-36
4	Судовые газотурбинные установки	ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью	Знание нормативно-правовые акты РФ в области водного транспорта	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 37-57
			Умение осуществлять анализ поступающих дополнений и измерений нормативных документов по организации технического обслуживания судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 37-57
			Обладание навыками выполнения анализа общего технического состояния судов, его соответствия международным конвенциям и национальным требованиям	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 37-57
		ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием	Знание основные положения о сроках и нормах выполнения текущего ремонта судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 37-57
			Умение определять перечень материалов, необходимых для технического обслуживания и ремонта судов	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 37-57
			Владет навыками формирования графика докования судов и контроль его выполнения	ПР-6 лабораторная работа	Вопросы к экзамену 37-57
5	Проектирование турбин	ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью	Знание нормативно-правовые акты РФ в области водного транспорта	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 58-76
			Умение осуществлять анализ поступающих дополнений и измерений нормативных документов по организации технического обслуживания судовых технических средств	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 58-76

			Обладание навыками выполнения анализа общего технического состояния судов, его соответствия международным конвенциям и национальным требованиям	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 58-76
		ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием	Знание основные положения о сроках и нормах выполнения текущего ремонта судовых технических средств	ОУ-1 собеседование	Вопросы к экзамену 58-76
			Умение определять перечень материалов, необходимых для технического обслуживания и ремонта судов	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 58-76
			Владеет навыками формирования графика докования судов и контроль его выполнения	ПР-5 курсовой проект	Вопросы к экзамену 58-76

## **V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Основная литература**

1. Акладная Г.С. Судовые турбомашини [Электронный ресурс] : курс лекций / Г.С. Акладная. — Электрон. текстовые данные. — М. : Московская государственная академия водного транспорта, 2013. — 63 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46851.html>

2. Судовые турбины: методические указания к выполнению лабораторных работ по специальности 180103.65 Судовые энергетические установки / Дальневосточный федеральный университет, Инженерная школа; сост. И.В. Клименюк. – Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2013. – 40 с.

<https://www.dvfu.ru/upload/medialibrary/810/%D0%9A%D0%BB%D0%B8%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%8E%D0%BA%20%D0%98.%D0%92.%20%D0%A1%D1%83%D0%B4%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5%20%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B1%D0%B8%D0%BD%D1%8B.pdf>

3. Акладная, Г. С. Главные энергетические установки : курс лекций / Г. С. Акладная. — Москва : Московская государственная академия водного транспорта, 2015. — 20 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/47931.html>

### **Дополнительная литература**

1. Гречко Н.Ф. Судовые турбинные установки. – Одесса: Феникс, 2005. – 317 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:663947&theme=FEFU>

2. Клименюк И.В., Макаревич А.В., Минаев А.Н. Судовые энергетические установки. – Владивосток: Изд-во ДВФУ, 2008. – 260 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:384164&theme=FEFU>

3. Корнилов Э.В., Бойко П.В., Ермошкин Н.Г. Паровые и газотурбинные установки морских судов. – Одесса: Феникс, 2004. – 180 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:395975&theme=FEFU>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используется следующее программное обеспечение:

1. Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т. д).
2. MathCAD.
3. AutoCAD
4. Программное обеспечение электронного ресурса сайта ДВФУ, включая ЭБС ДВФУ.

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом используются следующие информационно-справочные системы:

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань».
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks».
4. Электронно-библиотечная система «Znanium»

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Изучение теоретического материала производится в соответствии с РПД по лекциям, учебникам, методической и справочной литературе. Список литературы представлен в разделе РПД «Список учебной литературы и информационно-методическое обеспечение дисциплины».

По каждой теме дисциплины «Судовые турбомашинны» предполагается проведение аудиторных лекционных занятий, аудиторных практических занятий, лабораторных работ и самостоятельной работы студента. Время аудиторных занятий и самостоятельной работы студента определяется согласно рабочему учебному плану данной дисциплины.

Планирование времени на изучение дисциплины производится в соответствии с планом-графиком выполнения самостоятельной работы студентов по данной дисциплине. В плане отражены виды самостоятельной работы для всех разделов дисциплины, указаны примерные нормы времени на выполнение и сроки сдачи заданий.

*Рекомендации по работе на лекциях и ведению конспекта.* Основы знаний закладываются на лекциях, им принадлежит ведущая роль в учебном процессе. На лекциях дается самое важное, основное в изучаемой дисциплине. Основные задачи, стоящие перед лектором: помочь студентам понять основы и усвоить материал на самой лекции, дать указания на то, что требует наибольшего внимания, учить правильному мышлению и создавать ясное представление о методологии изучаемой науки.

Лекции являются эффективным видом занятий для формирования у студентов способности быстро воспринимать новые факты, идеи, обобщать их, а также самостоятельно мыслить.

Студенту следует научиться понимать и основную идею лекции, а также, следуя за лектором, участвовать в усвоении новых мыслей. Но для этого надо быть подготовленным к восприятию очередной темы. Подготовленным можно считать такого студента, который, присутствуя на лекции, усвоил ее содержание, а перед лекцией припомнил материал раздела, излагаемого на ней или просмотрел свой конспект, или учебник.

Перед лекцией необходимо прочитывать конспект предыдущей лекции, а после окончания крупного раздела курса рекомендуется проработать его по конспектам и учебникам.

Перед каждой лекцией необходимо просматривать содержание предстоящей лекции по учебнику с тем, чтобы лучше воспринять материал лекции. В этом случае предмет усваивается настолько, что перед экзаменом остается сделать немного для закрепления знаний.

Важно помнить, что ни одна дисциплина не может быть изучена в необходимом объеме только по конспектам. Для хорошего усвоения курса

нужна систематическая работа с учебной и научной литературой, а конспект может лишь облегчить понимание и усвоение материала.

Основная задача при слушании лекции – учиться мыслить, понимать идеи, излагаемые лектором. Для лучшего усвоения теоретического материала рекомендуется составить конспект лекций, содержащий краткое, но ясное изложение теоретического материала, сопровождаемое схемами, эскизами, формулами. Передача мыслей лектора своими словами помогает сосредоточить внимание, не дает перейти на механическое конспектирование. Механическая запись лекции приносит мало пользы.

Ведение конспекта создает благоприятные условия для запоминания услышанного, т.к. в этом процессе принимают участие слух, зрение и рука. Конспектирование способствует запоминанию только в том случае, если студент понимает излагаемый материал. При механическом ведении конспекта, когда просто записываются слова лектора, присутствие на лекции превращается в бесполезную трату времени.

Некоторые студенты полагают, что при наличии учебных пособий, учебников нет необходимости вести конспект. Такие студенты нередко совершают ошибку, так как не используют конспект как средство, позволяющее активизировать свою работу на лекции или полнее и глубже усвоить ее содержание.

Определенная часть студентов считает, что конспекты лекции могут заменить учебники, поэтому они стремятся к дословной записи лекции и нередко не задумываются над ее содержанием. В результате при разборе учебного материала по механической записи требуется больше труда и времени, чем при понимании и кратком конспектировании лекции.

Конспект ведется в тетради или на отдельных листах. Записи в тетради легче оформить, их удобно брать с собой на лекцию или практические занятия. Рекомендуется в тетради оставлять поля для дополнительных записей, замечаний и пунктов плана. Но конспектирование в тетради имеет и недостаток: в нем мало места для пополнения новыми материалами,

выводами и обобщениями. В этом отношении более удобен конспект на отдельных листах (карточках). Из него нетрудно извлечь отдельную необходимую запись, конспект можно быстро пополнить листами, в которых содержатся новые выводы, обобщения, фактические данные. При подготовке выступлений, докладов легко подобрать листки из различных конспектов и свести их вместе. В результате такой работы конспект может стать тематическим.

При конспектировании допускается сокращение слов, но необходимо соблюдать меру. Каждый студент обычно вырабатывает свои правила сокращения. Но если они не введены в систему, то лучше их не применять, т.к. случайные сокращения ведут к тому, что спустя некоторое время конспект становится непонятным.

Проверка усвоения теоретического курса проводится с помощью контрольных вопросов, приведенных в разделе «Фонд оценочных средств». После изучения теоретического материала следует проверить, правильно ли поняты и хорошо ли усвоены наиболее существенные положения темы, используя список контрольных вопросов. При ознакомлении с методиками расчетов рекомендуется пользоваться задачками, в которых приведены примеры расчетов.

Если в процессе изучения материала, у студента возникнут вопросы, которые он не может разрешить самостоятельно, следует обратиться за консультацией к преподавателю, ведущему данную дисциплину.

*Рекомендации по работе с учебной и научной литературой.* Работа с учебной литературой занимает особое место в самообразовании: именно эта литература является основным источником знаний студента. Учебник (учебное пособие) как печатное средство играет организующую роль в самостоятельной работе студента: он содержит систематизированный объем основной научной информации по курсу, задания, упражнения, уточняющие вопросы, организующие познавательную деятельность.



В работе с учебной литературой нужны умения выделять главное, находить внутренние связи. На что следует обратить внимание при выборе учебника? На заглавие и другие титульные элементы. Например, рекомендована книга в качестве учебника или нет. Затем читается аннотация и введение, из чего узнаете, чем отличается данное пособие. Учебное пособие может рекомендовать преподаватель, потому что он может определить позицию автора учебника.

Результатом работы студента с учебной литературой должно стать четкое понимание практической значимости информации, уверенность, что информация усвоена в достаточном объеме и может быть воспроизведена, что основные понятия могут быть обоснованы, что выделены внутренние связи и зависимости внутри учебного текста.

К научным источникам относятся также статьи, монографии, диссертации, книги. Как правило, статья посвящена описанию решения лишь одной из задач, стоящих перед исследователем, а диссертация и монография освещают комплексно проблему с разных сторон, решают ряд задач. Статьи публикуются либо в журналах, либо в сборниках. Журнал - периодическое издание, которое имеет указание, кому предназначен. В содержании обычно выделены рубрики (теория, опыт, методические советы и т.д.), которые позволяют читателю определиться в своих интересах. Далее рекомендуется обратить внимание на авторов журнала (иногда в конце есть сведения об авторах). Содержание журнала позволяет выделить те статьи, которые интересны.

Первое знакомство со статьей необходимо начинать с уяснения понятий, которые представлены в названии. Далее необходимо определить:

- цель статьи,
- обоснование автором актуальности,
- проблемы, выделенные автором,
- способы решения этих проблем, которые он предлагает,
- выводы автора.

Если статья представляет интерес необходимо составить тезисный конспект с указанием страниц, откуда взяты цитаты, также следует указать автора, название статьи, название журнала, номер, год, страницы.

Следует иметь в виду, что статья - это личная точка зрения автора, с которой можно или нельзя соглашаться, она может быть недостаточно научно обоснованной, дискуссионной.

*Рекомендации по подготовке к экзамену.* Целью экзамена является проверка качества усвоения содержания дисциплины. Для получения допуска к экзамену необходимо выполнить и защитить все лабораторные работы и РГЗ.

Перечень тем, которые необходимо изучить для успешной сдачи экзамена, отражен в списке экзаменационных вопросов и программе курса «Судовые турбомашинны».

При подготовке к экзамену необходимо повторить материал лекций, прослушанных в течение семестра, обобщить полученные знания, понять связь между отдельными разделами дисциплины. Изучение теоретического материала проводится по конспекту лекций и рекомендуемой литературе. Для успешной сдачи экзамена и получения высокой оценки изучение одного конспекта недостаточно. Высокая оценка за экзамен предполагает обязательное изучение теоретического материала по учебнику, поскольку объем лекций ограничен и не позволяет подробно рассмотреть все вопросы.

Перед экзаменом проводится консультация. К моменту проведения консультации все вопросы, выносимые на экзамен, в основном должны быть изучены. На консультации можно получить ответы на трудные или непонятые вопросы или получить рекомендации по изучению отдельных вопросов.

Время на подготовку к экзамену устанавливается в соответствии с общими требованиями, принятыми в ДВФУ.

При ответе на экзамене необходимо показать не только знание заученного материала, но и умение делать логические выводы, умение

пользоваться на практике полученными теоретическими сведениями. Экзамен должен восприниматься не только как элемент контроля полученных знаний, но в первую очередь, как инструмент систематизации полученных знаний.

## VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Судовые турбомашинны» включает в себя: лабораторные стенды, мультимедийное оборудование, компьютеры, программы, учебно-методические пособия и учебники, приведенные в списке литературы.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. №951, учебная аудитория для проведения практических и лекционных занятий и для самостоятельной работы.</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 24) Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Academic Campus 500</li> <li>2. Inventor Professional 2020</li> <li>3. AutoCAD 2020</li> <li>4. MAYA 2018</li> <li>5. VideoStudio Pro x10 Lite</li> <li>6. CorelDraw</li> <li>7. Academic Mathcad License 14.0</li> <li>8. MathCad Education Universety Edition</li> <li>9. Компас 3D Система прочностного анализа v16</li> <li>10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16</li> <li>11. SolidWorks Campus 500</li> </ol>
<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, д. 10, корпус Е, ауд. №848, учебная аудитория для проведения практических занятий</p>	<p>Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 44) Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; подсистема видеоисточников документ-камера CP355AF Avervision; подсистема видеокоммутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Academic Campus 500</li> <li>2. Inventor Professional 2020</li> <li>3. AutoCAD 2020</li> <li>4. MAYA 2018</li> <li>5. VideoStudio Pro x10 Lite</li> <li>6. CorelDraw</li> <li>7. Academic Mathcad License 14.0</li> <li>8. MathCad Education Universety Edition</li> <li>9. Компас 3D Система прочностного анализа v16</li> <li>10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16</li> <li>11. SolidWorks Campus 500</li> </ol>

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
	MIMO(2SS). Ноутбук Lenovo idea Pad S 205 Bra	
690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус Е, ауд. №967, учебная аудитория для проведения практических и лекционных занятий и для самостоятельной работы.	Мультимедийная аудитория: Помещение укомплектовано специализированной учебной мебелью (посадочных мест – 26) Оборудование: Проектор 3-chip DLP, 10 600 ANSI-лм, WUXGA 1 920x1 200 (16:10) PT-DZ110XE Panasonic; экран 316x500 см, 16:10 с эл. приводом; крепление настенно-потолочное Elpro Large Electrol Projecta; профессиональная ЖК-панель 47", 500 Кд/м2, Full HD M4716CCBA LG; подсистема видеисточников документ-камера CP355AF Aversion; подсистема видеокмутации; подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; подсистема интерактивного управления; беспроводные ЛВС обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).	1. Academic Campus 500 2. Inventor Professional 2020 3. AutoCAD 2020 4. MAYA 2018 5. VideoStudio Pro x10 Lite 6. CorelDraw 7. Academic Mathcad License 14.0 8. MathCad Education University Edition 9. Компас 3D Система прочностного анализа v16 10. Компас 3D модуль ЧПУ. Токарная обработка v16 11. SolidWorks Campus 500

В целях обеспечения специальных условий обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в ДВФУ все здания оборудованы пандусами, лифтами, подъемниками, специализированными местами, оснащенными туалетными комнатами, табличками информационно-навигационной поддержки.

### VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-2.1 Осуществление технической политики организации в части выполнения системы управления безопасностью	Знание нормативно-правовые акты РФ в области водного транспорта
	Умение осуществлять анализ поступающих дополнений и измерений нормативных документов по организации технического обслуживания судовых технических средств
	Обладание навыками выполнения анализа общего технического состояния судов, его соответствия международным конвенциям и национальным требованиям
ПК-2.2 Составление планов ремонта, технического обслуживания, снабжения и оснащения судов новым оборудованием	Знание основные положения о сроках и нормах выполнения текущего ремонта судовых технических средств
	Умение определять перечень материалов, необходимых для технического обслуживания и ремонта судов
	Владеет навыками формирования графика докования судов и контроль его выполнения
ПК-2.3 Контроль выполнения	Знание норм расходования материалов и средств на плановые

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
смет технического обслуживания и ремонта судовых устройств и механизмов, конструкций судов, спасательных, противопожарных и защитных средств	ремонтные работы
	Умение формировать судовые заявки на текущий ремонт судовых технических средств и конструкций судов
	Владение навыками ведения оперативного учета расходования средств на техническое обслуживание судов

### **Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Текущая аттестация студентов.** Текущая аттестация студентов по дисциплине «Судовые турбомашинны» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Судовые турбомашинны» проводится в форме устных опросов, отчетов к лабораторным работам и РГЗ по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

### **Вопросы для устного опроса**

#### **по дисциплине «Судовые турбомашинны»**

#### **Раздел 1. Общие сведения о турбинных установках**

1. Перечислить состав судовой паротурбинной установки.
2. Перечислите особенности турбинного двигателя, его преимущества и недостатки.
3. Приведите классификацию турбин.

4. Каковы особенности конструкций ТВД?
5. Каковы особенности конструкций ТНД?
6. Перечислить пути повышения эффективности судового турбоагрегата.
7. Какова связь между термическим, относительным и абсолютным внутренним, относительным и абсолютным эффективным, механическим КПД?
8. Каково влияние начальных параметров пара на КПД паротурбинной установки?
9. Каково влияние конечных параметров пара на КПД паротурбинной установки?
10. Каким образом назначаются параметры промежуточного перегрева пара?
11. Как влияют параметры промежуточного перегрева пара на КПД паротурбинной установки?
12. Нарисовать эскиз проточной части ТВД и ТСД, расположенных в одном корпусе. Достоинства и недостатки данной схемы.
13. Нарисовать эскиз проточной части ТВД и ТСД, расположенных в разных корпусах соосно. Достоинства и недостатки данной схемы.
14. Нарисовать эскиз проточной части ТВД и ТСД, расположенных в разных корпусах параллельно. Достоинства и недостатки данной схемы.
15. Нарисовать эскиз проточной части ТВД с внутренним обводом пара и ступенями малого хода. Достоинства и недостатки данной схемы.
16. Нарисовать эскиз проточной части ТВД с внешним обводом пара. Достоинства и недостатки данной схемы.
17. Нарисовать эскиз проточной части однопроточной ТНД. Достоинства и недостатки данной схемы.
18. Нарисовать эскиз проточной части ТНД с осевым выпуском пара. Достоинства и недостатки данной схемы.
19. Нарисовать эскиз проточной части полуторапроточной ТНД. Достоинства и недостатки данной схемы.

20. Нарисовать эскиз проточной части двухпроточной ТНД. Достоинства и недостатки данной схемы.

21. Нарисовать эскиз проточной части двухъярусной ТНД. Достоинства и недостатки данной схемы.

## **Раздел 2. Теория турбинной ступени**

22. Приведите схему и объясните принцип действия и изменение параметров пара в ступени активного типа.

23. Приведите схему и объясните принцип действия и изменение параметров пара в ступени реактивного типа.

24. Каковы преимущества и недостатки ступеней активного и реактивного типа.

25. Объясните необходимость применения многоступенчатых турбин.

26. Приведите схему и объясните принцип действия и изменение параметров пара в многовенечной ступени.

27. Приведите схему и объясните принцип действия и изменение параметров пара в активных многоступенчатых турбинах.

28. Приведите схему и объясните принцип действия и изменение параметров пара в активных многоступенчатых турбинах.

29. Запишите основные уравнения движения одномерного газового потока.

30. Что называется полными параметрами рабочей среды?

31. Как определяются полные параметры рабочей среды?

32. Что называется критическими параметрами.

33. Какова связь критических параметров и параметров торможения.

34. Перечислите газодинамические функции.

35. Перечислить основные геометрические характеристики турбинной ступени.

36. Дать определения основным геометрическим характеристикам турбинной ступени.

37. В чем разница между углом входа профиля и углом входа потока?

38. Что такое степень реактивности ступени?

39. Как классифицируются ступени в зависимости от степени реактивности?
40. Дать понятие абсолютной, относительной и окружной скорости.
41. Как строятся треугольники скоростей?
42. Изобразить треугольники скоростей активной ступени ( $\rho = 0$ ).
43. Изобразить треугольники скоростей реактивной ступени ( $\rho = 0,5$ ).
44. Какие параметры называются параметрами торможения?
45. Что называется косым срезом?
46. При каком условии возникает расширительная способность косо́го среза?
47. Каковы причины отклонения потока в косом срезе?
48. С какой целью может быть использован косо́й срез в турбинных ступенях?
49. Чем определяется предел расширительной способности косо́го среза?
50. Как расшифровывается обозначение профиля?
51. Каковы причины возникновения внутренних потерь?
52. Какие потери относятся к окружным?
53. Дать понятие коэффициента скорости.
54. Изложить порядок построения процесса расширения пара в турбинной ступени.
55. Как определить степень реактивности ступени по  $h_s$ -диаграмме?
56. Что такое окружная работа ступени и как она определяется?
57. Дать определение окружного КПД. Какие потери он учитывает?
58. Что такое адиабатный и располагаемый теплоперепады в решетке? Показать их на диаграмме  $h_s$ .
59. Как определить адиабатный теплоперепад, сработанный в ступени зная начальные параметры и конечное давление рабочего тела?
60. Как определяются теоретическая и действительная скорости потока на выходе из сопловой решетки?
61. Как определяются теоретическая и действительная скорости потока на выходе из рабочей решетки?



62. Как определить давление за сопловой решеткой при известных параметрах на входе в решетку и адиабатном теплоперепаде?
63. Изобразить на  $h$ - $s$ -диаграмме процесс изменения состояния рабочего тела в активной ступени при  $\rho = 0$ .
64. Какова форма профилей и межлопаточных каналов: а) сопловых решеток; б) рабочих решеток активных ступеней; в) рабочих решеток реактивных ступеней?
65. Изобразить схематически график зависимости окружного КПД от скоростной характеристики.
66. Какие силы, действуют на активную лопатку?
67. Какие силы, действуют на реактивную лопатку?
68. Каковы основные признаки активной турбинной ступени?
69. Каковы основные признаки реактивной турбинной ступени?
70. Как по форме лопатки определить активная эта ступень, или реактивная?

### **Раздел 3. Многоступенчатые турбины**

71. Каковы преимущества многоступенчатого исполнения турбин?
72. Нарисуйте процесс расширения пара в  $i$ - $S$  координатах для двухкорпусного турбоагрегата.
73. Нарисуйте процесс расширения пара в  $i$ - $S$  координатах для трехкорпусного турбоагрегата с промежуточным перегревом пара.
74. Что называется возвращенной теплотой?
75. Приведите классификацию потерь в многоступенчатой турбине.
76. Что относится к внутренним потерям турбоагрегата?
77. Что относится к внешним потерям турбоагрегата?
78. Как определяется эффективный КПД и эффективная мощность турбоагрегата?
79. Что называется скоростной характеристикой турбины? На что она влияет?
80. Как регулируется мощность в судовых паровых турбоагрегатов?

81. Перечислите достоинства и недостатки различных способов регулирования мощности.

82. Каковы способы повышения КПД на переменных режимах работы турбоагрегата.

83. Для чего используются турбины (ступени) малых ходов?

#### **Раздел 4. Судовые газотурбинные установки**

84. Каковы особенности расчета газотурбинных установок?

85. Нарисуйте эскиз прямоточной схемы судовой ГТУ. Ее преимущества и недостатки.

86. Нарисуйте эскиз петлевой схемы ГТУ с внутренней утилизацией теплоты. Ее преимущества и недостатки.

87. Нарисуйте эскиз прямоточной схемы ГТУ с теплоутилизационным контуром. Ее преимущества и недостатки.

88. Каким образом определяется оптимальная степень сжатия воздуха в компрессоре ГТУ?

89. Каким образом определяется расход воздуха и топлива ГТУ?

90. Приведите классификацию компрессоров ГТУ.

91. Нарисуйте схему и объясните принцип действия осевого компрессора.

92. Каковы преимущества и недостатки осевых компрессоров?

93. Нарисуйте треугольники скоростей осевого компрессора.

94. Изобразите процесс сжатия воздуха в ступени компрессора в  $i$ - $s$ -координатах.

95. Что называется коэффициентом расхода и напора компрессор?

96. Перечислите факторы, влияющие на степень повышения давления компрессора.

97. Каковы особенности газовых турбин?

98. Как осуществляется охлаждение деталей газовых турбин?

99. Каковы пути совершенствования газовых турбин?

100. Как распределяется перепад энтальпий между ступенями газовой турбины?

101. Как выбирается степень реактивности газовой турбины?
102. Изобразите схематично конструкцию и объясните принцип действия турбокомпрессора дизеля.
103. Какие существуют схемы газотурбинного наддува?
104. Каковы особенности газотурбинного наддува двухтактных дизелей?
105. Каковы особенности газотурбинного наддува четырехтактных дизелей?
106. Перечислите требования, предъявляемые к камерам сгорания ГТУ.
107. Изобразите принципиальную схему камеры сгорания ГТУ, перечислите ее важнейшие конструктивные элементы.
108. Приведите классификацию камер сгорания ГТУ.
109. Какие материалы применяются для изготовления камер сгорания ГТУ.
110. Охарактеризуйте основные процессы, протекающие в камерах сгорания ГТУ.
111. Какие существуют способы подачи топлива в камеру сгорания ГТУ?

#### **Раздел 5. Проектирование турбин**

112. Охарактеризуйте основные этапы проектирования судовых турбоагрегатов.
113. Каковы цели предварительного расчета ГТЗА?
114. Чем необходимо руководствоваться при выборе типа облопатывания паровой турбины?
115. В чем преимущества и недостатки многокорпусного исполнения ГТЗА?
116. Каким образом необходимо распределить внутренний теплоперепад и мощность между корпусами ГТЗА с точки зрения получения максимального КПД?
117. Как влияет распределение внутреннего теплоперепада и мощности между корпусами ГТЗА на условия работы зубчатой передачи?
118. Какова последовательность предварительного расчета ГТЗА?
119. Каковы особенности выбора основных параметров последней ступени ГТЗА?
120. Какова последовательность расчета последней ступени ГТЗА?

121. В чем преимущества и недостатки одновенечных и двухвенечных регулировочных ступеней?
122. Каковы особенности выбора основных параметров регулировочной ступени ГТЗА?
123. Какова последовательность предварительного расчета регулировочной ступени ГТЗА?
124. Каким образом назначаются параметры условной средней ступени турбины?
125. Какова последовательность предварительного расчета проточной части турбины по параметрам условной средней ступени?
126. Какова последовательность предварительного расчета ТЗХ?
127. Какие существуют способы детальных расчетов турбин?
128. Какие существуют конструкции рабочих и направляющих лопаток турбин?
129. Каким образом осуществляется крепление сопел?
130. Каким образом осуществляется крепление рабочих лопаток?
131. Какова последовательность расчета на прочность рабочих лопаток?
132. Как определяются напряжения в хвостовике лопатки?
133. Какие существуют конструкции турбинных дисков и барабанов?
134. Какова последовательность расчета турбинного диска на прочность?
135. Какова последовательность расчета барабанного ротора на прочность?
136. Описать конструкцию опорных подшипников турбин.
137. Описать конструкцию упорных подшипников турбин.

### **Критерии оценки устного опроса**

#### **дисциплины «Судовые турбомашин»**

100-85 баллов – если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать

аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

85-76 баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

75-61 балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Темы курсовых проектов**

1. Проектирование турбины высокого давления двухкорпусного парового турбоагрегата.

2. Проектирование турбины низкого давления двухкорпусного парового турбоагрегата.
3. Проектирование турбины высокого давления трехкорпусного парового турбоагрегата с промежуточным перегревом пара.
4. Проектирование турбины низкого давления трехкорпусного парового турбоагрегата с промежуточным перегревом пара.
5. Проектирование паровой турбины турбогенератора.
6. Проектирование паровой турбины для привода насоса.
7. Проектирование компрессора низкого давления судовой газотурбинной установки.
8. Проектирование компрессора высокого давления судовой газотурбинной установки.
9. Проектирование турбины высокого давления судовой газотурбинной установки.
10. Проектирование турбины низкого давления судовой газотурбинной установки.
11. Проектирование турбины винта судовой газотурбинной установки.
12. Проектирование камеры сгорания судовой газотурбинной установки.
13. Проектирование турбокомпрессора наддува двухтактного дизеля.
14. Проектирование турбокомпрессора наддува четырехтактного дизеля.

## Критерии оценки курсового проекта по дисциплине

### «Судовые турбомашинны»

Оценка	50-60баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
Критерии	Содержание критериев			
<b>Выполнение курсового проекта</b>	Проект не выполнен	Проект выполнен не полностью, выводы не сделаны	Проект выполнен в соответствии с заданием, но не все выводы сделаны и обоснованы	Проект выполнен в соответствии с требованиями, аккуратно, все расчёты правильные; графическая часть представлена в полном объёме с использованием графического редактора; выводы обоснованы
<b>Представление</b>	Проект не представлен	Представленные расчёты и чертежи не последовательны и не систематизированы	Представленные расчёты выполнены последовательно, систематизированы ; графическая часть выполнена с помощью графических редакторов с небольшими недочётами	Проект представлен в виде отчета со всеми пояснениями и чертежами; все расчёты выполнены с помощью компьютерных программ.
<b>Оформление</b>	Проект не оформлен	Оформление ручное, частичное использование информационных технологий	Оформление с помощью компьютерных технологий, но небрежное	Широко использованы компьютерные технологии; отсутствуют ошибки в представляемой информации
<b>Ответы на вопросы</b>	Нет ответов на вопросы	Ответы только на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, хорошее ориентирование в теоретическом материале, приведены примеры и соответствующие пояснения, использована дополнительная литература

**Промежуточная аттестация студентов.** Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Судовые турбомашинны» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

К промежуточной аттестации допускаются студенты, не имеющие задолжности по дисциплине (выполнены все работы, предполагаемые учебным планом и РПД (практические, лабораторные, а также текущая аттестация – контрольные, опросы, курсовые работы, курсовые проекты и т.д.).

### **Комплект вопросов к экзамену для промежуточной аттестации**

по дисциплине «Судовые турбомашинны»

1. Особенности турбинного двигателя.
2. Классификация паровых турбин.
3. Цикл Ренкина и тепловая схема простейшей ПТУ.
4. Цикл и схема ПТУ с промежуточным перегревом пара.
5. Влияние начальных и конечных параметров пара на эффективность ПТУ.
6. Влияние промежуточного перегрева пара и регенеративного подогрева воды на эффективность ПТУ.
7. Конструкция ТВД и ТНД.
8. Схема, принцип действия и изменение параметров пара в ступени активного типа.
9. Схема, принцип действия и изменение параметров пара в ступени реактивного типа.
10. Схема, принцип действия и изменение параметров пара в ступени скорости.
11. Схема, принцип действия и изменение параметров пара в многоступенчатых турбине.
12. Основные уравнения одномерного газового потока.
13. Параметры торможения газа.



14. Критические параметры газа.
15. Изменение скорости газа при изменении площади поперечного сечения канала.
16. Процесс течения газа в конфузоре.
17. Процесс течения газа в диффузоре.
18. Определение скорости и расхода при изэнтропийном движении газа.
19. Геометрические характеристики профиля и решетки профилей.
20. Треугольники скоростей.
21. Расширение в косом срезе.
22. Действительный процесс расширения рабочего тела в каналах турбинных решеток.
23. Классификация потерь энергии в решетках.
24. Процесс расширения рабочего тела в активной ступени;
25. Процесс расширения рабочего тела в реактивной ступени;
26. Окружная работа, мощность и КПД ступени;
27. Зависимость окружного КПД от скоростной характеристики;
28. Классификация внутренних потерь;
29. Внутренний КПД и внутренняя мощность ступени;
30. Преимущества многоступенчатого исполнения турбин;
31. Возвращенная теплота;
32. Внутренние и внешние потери турбоагрегата. Эффективный КПД и эффективная мощность.
33. Работа сопел и ступеней на переменном режиме.
34. Изменение тепловых потерь, частот вращения, параметров и крутящих моментов.
35. Регулирование мощности турбин.
36. Турбины (ступени) малых ходов.
37. Классификация газовых турбин.
38. ГТД простого цикла.
39. Цикл ГТД с промежуточным охлаждением и регенерацией.

40. Замкнутые и полужамкнутые циклы ГТУ.
41. Парогазовые установки.
42. Структурные схемы газотурбинных двигателей.
43. Схема и принцип действия осевого компрессора.
44. Треугольники скоростей осевого компрессора.
45. Процесс сжатия воздуха в ступени компрессора. Коэффициенты расхода и напора.
46. Типы ступеней компрессоров ГТУ с различной степенью реактивности.
47. Особенности газовых турбин.
48. Пути совершенствования газовых турбин.
49. Расчет газовой турбины.
50. Конструкция и принцип действия турбокомпрессора дизеля.
51. Схемы газотурбинного наддува.
52. Особенности газотурбинного наддува в двухтактных дизелях.
53. Особенности газотурбинного наддува в четырехтактных дизелях.
54. Схема и состав камеры сгорания ГТУ.
55. Классификация камер сгорания ГТУ.
56. Основные процессы, протекающие в камерах сгорания ГТУ
57. Способы подачи топлива в камеру сгорания ГТУ.
58. Основные этапы проектирования судовых турбоагрегатов.
59. Выбор числа корпусов ПТУ.
60. Выбор схемы проточной части ГТЗА.
61. Выбор типа облопатывания турбин.
62. Распределение внутреннего теплоперепада и мощности между корпусами ГТЗА.
63. Построение процесса расширения пара в турбоагрегате в  $h-S$  координатах.
64. Конструкции диафрагм, сопел, направляющих и рабочих лопаток турбин.
65. Крепление лопаток турбин.
66. Определение напряжений растяжения лопаток.

67. Определение напряжений изгиба лопаток.
68. Расчет хвостовых креплений лопаток.
69. Определение вибрационной надежности лопаток.
70. Конструкции дисков и барабанов роторов турбин.
71. Определение критического числа оборотов ротора турбины.
72. Расчеты на прочность ротора турбины.
73. Конструкции опорных подшипников турбины.
74. Методика расчета опорного подшипника турбины
75. Конструкции упорных подшипников турбины.
76. Расчет упорного подшипника турбины.

**Критерии выставления оценки студенту на экзамене  
по дисциплине «Судовые турбомашин»:**

Баллы (рейтингово й оценки)	Оценка зачета / экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
5 (100-86)	«зачтено»/ «отлично»	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
4 (85-76)	«зачтено»/ «хорошо»	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
3 (75-61)	«зачтено»/ «удовлетвори тельно»	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
2 (60-50)	«не зачтено»/ «неудовлетво рительно»	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.