



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

«СОГЛАСОВАНО»

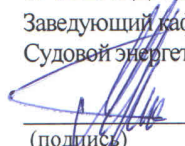
Руководитель ОП


(подпись) А.Н. Минаев
(Ф.И.О. рук.ОП)

« 20 » июля 2018г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой
Судовой энергетики и автоматики


(подпись) М.В. Грибиниченко
(Ф.И.О. зав. каф.)

« 20 » июля 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Техническая газодинамика

**Направление подготовки 26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника
объектов морской инфраструктуры**

магистерская программа «Энергетические комплексы и оборудование морской техники»

Форма подготовки: очная

курс 1 семестр 2
лекции 18 час.
практические занятия 36 час.
лабораторные работы 0 час.
в том числе с использованием МАО лек.0 /пр. 0/лаб.0 час.
всего часов аудиторной нагрузки 54 час.
в том числе с использованием МАО 0 час.
самостоятельная работа 54 час.
в том числе на подготовку к экзамену 0 час.
контрольные работы (количество)
курсовая работа / курсовой проект - семестр
зачет 2 семестр
экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 07.07.2015 г. № 12-13-1282

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Судовой энергетики и автоматики протокол № 9 от « 20 » июля 2018г.

Заведующий кафедрой: к.т.н., доцент Грибиниченко М.В.
Составители: Фершалов Ю.Я.

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20 г. № _____

Заведующий кафедрой _____ Грибиниченко М.В.
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20 г. № _____

Заведующий кафедрой _____ Грибиниченко М.В.
(подпись) (И.О. Фамилия)

ABSTRACT

Master's degree in 26.04.02 "Naval architecture, marine and system engineering".

Master's Program "Power systems & Equipment for Marine Engineering".

Course title: Technical gas dynamics

Variable part of Block Б1.Б.ОД, 3 credits

Instructor: Fershalov Yu.Ya.

At the beginning of the course a student should be able to:

- the ability to use the basic laws of natural science disciplines of professional activities, apply methods of mathematical analysis, modeling, theoretical and experimental studies;
- willingness to study the scientific and technical information, national and international experience on the subject of study.

Learning outcomes:

- ability to develop functional and structural schemes of sea (river) systems technical definition of physical principles of action, the morphology and the establishment of technical requirements for the individual sub-systems and components (PC-2);
- the ability to formulate objectives and plan of scientific research in the field of marine (river) technology to develop mathematical models of objects of study and choose the numerical methods of their modeling, or choose to develop new algorithms for solving the problem ready (PC-20);
- the ability to perform mathematical (computer) modeling and optimization of parameters of objects of sea (river) technology developed on the basis of available funds and research and design, including standard and specialized software packages (PC-22).

Course description:

The Contents of discipline covers the following circle of the questions: the general notions about special type's energy plant, their device, purpose and so on.

The content of discipline covers the following circle of questions: studying of properties of moving gas; development of methods of calculation of the gas dynamic processes happening in elements of ship devices; acquisition of knowledge of bases of measurement and assessment of a condition of the ship mechanisms working with gas environments.

The discipline "Technical gas dynamics" logically also is substantially connected with other special disciplines. The knowledge received at studying of physics, mathematics of a hydromechanics is used. The received knowledge isn't

used directly in other studied disciplines and in degree design, but promotes formation of an engineering outlook, professional development of experts.

Main course literature:

1. R.V. Savinkin, J.F. Ursulika, A.B. Gusarov. Gas turbine power plants textbook for energy in the field of naval colleges: Textbook. - Vladivostok: Publishing house of the Far Eastern Technical University, 2011. / Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:426000&theme=FEFU>

2. Fershalov YY, Fershalov AU, MY Fershalov Fundamentals of technical gas dynamics: a textbook for high schools [electronic resource] / School of Engineering FEFU. - Vladivostok: Dalnevost. Federal. University Press, 2015. - [97 pp.]. - 1 CD.

Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:768224&theme=FEFU>

3. Introduction to the theory of fluid dynamics and shock waves for physicists: [Tutorial] / YP Raiser. Dolgoprudnyy: Intellect, 2011 - 431 p. Access: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:719140&theme=FEFU>

4. Volkov K.N. Gas flow in channels with mass influx paths and power plants [electronic resource] / Volkov K.N., Emelyanov V.N.\ electron. text.- M. : FIZMATLIT, 2011.- 464 c. <http://www.iprbookshop.ru/24486.html>

5. Brushlinskii, K.V. Mathematical and computational problems of magnetic gas dynamics [Electronic resource]: monograph. - Electron. Dan. - M.: "Knowledge Laboratory" (previously ". Binom"), 2015. - 203 p. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66339

6. Gas-dynamic compaction [electronic resource]: monograph / E.A. Novikov - Kazan: KNRTU Publishing, 2013. - 252 p. <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215334.html>

Form of final knowledge control: credit.

Аннотация дисциплины «Техническая газодинамика»

Дисциплина разработана для студентов, обучающихся по направлению подготовки 26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и системотехника объектов морской инфраструктуры, по магистерской программе «Энергетические комплексы и оборудование морской техники» и входит в вариативную часть Блока 1 Дисциплин (модули) учебного плана (Б1.В.05).

Общая трудоемкость дисциплины составляет 108 часов (3 зачетных единиц). Учебным планом предусмотрены лекционные занятия (18 часов), практические занятия (36 часов), самостоятельная работа студента (54 часа). Дисциплина реализуется на 1-ом курсе в 2-ом семестре. Форма контроля по дисциплине – зачет.

Содержание дисциплины охватывает следующий круг вопросов: изучение свойств движущегося газа; освоение методов расчета газодинамических процессов, происходящих в элементах судовых устройств; приобретение знаний по основам измерения и оценки состояния судовых механизмов, работающих с газовыми средами.

Дисциплина «Техническая газодинамика» логически и содержательно связана с другими специальными дисциплинами. Используются знания, полученные при изучении физики, математики гидромеханики. Полученные знания не используются непосредственно в других изучаемых дисциплинах и в дипломном проектировании, но способствуют формированию инженерного кругозора, повышению квалификации специалистов.

Цель изучения дисциплины состоит в получении магистрантами теоретических знаний и практических навыков в области компьютерного моделирования, созданию и эксплуатации сложных технических систем. Изучаемая дисциплина позволит сформировать основные компетенции магистрантов, необходимые для осуществления проектной, производственной и научно-исследовательской деятельности в вышеуказанной сфере деятельности.

Целью дисциплины является: формирование знаний о законах течения газов, о процессах, происходящих в движущемся газе и взаимодействии его с твердыми телами при различных скоростях движения газа.

Задача дисциплины "Техническая газодинамика" заключается в формировании навыков и умения по следующим направлениям деятельности: изучение свойств движущегося газа; освоение методов расчета газодинамических процессов, происходящих в элементах судовых устройств; приобретение знаний по основам измерения и оценки состояния судовых механизмов, работающих с газовыми средами.

Основой для изучения дисциплины «Техническая газодинамика» являются дисциплины ООП: «Гидравлика», «Высшая математика», «Физика», «Теоретическая механика».

Освоение дисциплины осуществляется параллельно и тесно связано с изучением дисциплин, предмет которых базируется на движении газа в трубах, проточных частях турбин, котлов и дизелей.

Для успешного изучения дисциплины «Техническая газодинамика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин профессиональной деятельности, применять методы математического анализа моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике исследования.

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

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы морских (речных) технических систем с определением их физических принципов действия, морфологии и установлением технических требований на отдельные подсистемы и элементы (ПК-2);</p>	Знает	основы составления уравнений колебаний механизмов и машин, умение их использования при расчётах
	Умеет	использовать основные положения и принципы технической газодинамики корабельных энергокомплексов и элементов оборудования морской техники
	Владеет	навыками расчета основных параметров газодинамики
<p>способностью формулировать задачи и план научного исследования в области морской (речной) техники, разрабатывать математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования, разрабатывать новые или выбирать готовые алгоритмы решения задачи (ПК-20);</p>	Знает	вредное влияние вибрации на человека и знать методы защиты от неё
	Умеет	оценивать уровень вредного шума от механизмов и машин и знать способы его снижения
	Владеет	навыками использования нормативной информации делопроизводства и оформления конструкторской документации по ЕСКД.
<p>способностью выполнять математическое (компьютерное) моделирование и оптимизацию параметров объектов морской (речной) техники на базе разработанных и имеющихся средств исследования и проектирования, включая стандартные и специализированные пакеты прикладных программ (ПК-22).</p>	Знает	основные способы измерения уровня вибрации (основы виброметрии)
	Умеет	использовать основные положения и принципы технической газодинамики корабельных энергокомплексов и элементов оборудования морской техники
	Владеет	современными техническими средствами выполнения проектных разработок с использованием вычислительной техники (ВТ);

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Техническая газодинамика» применяются следующие методы активного обучения:

Лекционные занятия

1. Лекция-конференция
2. Лекция-дискуссия

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 часов)

Тема 1. Предмет и задачи, роль и место газовой динамики в судовой энергетике. Основные понятия газодинамики (4 часа)

Разбор конкретных ситуаций, формирование навыков самостоятельной работы по получению и обобщению требуемой информации

Классификация сил, действующих в жидкости. Параметры потока. Физический смысл величин: плотности, удельный вес, вязкость динамическая и кинематическая. Понятие сжимаемости. Число Маха. Давления газов. Полное, статическое и динамическое давление. Деформация движущейся частицы газа. Силы, действующие в объеме газа. Связь между напряжениями и деформациями в движущемся газе.

Тема2. Уравнение неразрывности для несжимаемого газа (2 час)

Уравнение энергии (составление формулы баланса энергий для прямоугольной системы координат). Уравнение энергии (основная форма уравнения энергии) в пространственной системе координат. Форма уравнения энергии для теплоизолированного процесса. Уравнение момента количества движения в прямоугольной системе координат. Уравнение момента количества движения в полярной системе координат.

Тема3. Уравнение Бернулли. Уравнение движения газа(4 часа)

Вывод уравнения Бернулли в общем виде для цилиндрической струйки газа. Уравнение Бернулли в интегральной форме (вывод из уравнения Бернулли в общем виде).

Уравнение Навье-Стокса. Уравнение движения идеальной жидкости.

Тема4. Понятия размерности задач газовой динамики (4 час)

Понятия трехмерного, двумерного и одномерного течения. Плоские установившиеся движения идеальной сжимаемой жидкости. Функция тока. Линии тока. Понятие стационарного и нестационарного потоков. Уравнение линии тока. Отличие линии тока от траектории частицы газа. Понятия трубки тока и элементарной струйки газа; поверхности тока; нулевой линии; вихревой линии. Уравнение вихревой линии. Вихревая трубка тока. Уравнение вихревой трубки (теорема Гельмгольца). Свойства вихревых трубок. Формулировка теоремы Стокса.

Тема 5. Действительное и теоретическое течение газа в каналах. Действительный и теоретический расход газа (4 часа)

Адиабатный процесс расширения газа в соплах по диаграмме. Вывод формулы теоретической скорости истечения газа из сопел. Действительное истечение газа из сопел. Коэффициент скорости сопла. Потеря энергии в соплах.

Вывод формулы теоретического расхода газа через сопло. Изменение расхода газа через сопло в зависимости от перепада давлений. Относительный расход газа через сопло. Удельный и приведенный расход. Расход несжимаемого газа или жидкости через канал произвольного сечения. Связь между скоростью и давлением в потоке газа.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Практические занятия (36 часов)

Занятие 1. Разбор ситуаций, связанных с течением газа (6 часа)

1. Решение задач по определению величин: плотности, удельный вес, вязкость динамическая и кинематическая.
2. Решение задач по определению числа Маха.

3. Решение задач по определению давления газов. Полное, статическое и динамическое давление.

4. Решение задач по определению деформация движущейся частицы газа. Силы, действующие в объеме газа.

Занятие 2. Решение задач, с помощью уравнения сохранения энергии. Решение задач, с помощью уравнения Бернулли (4 часа)

1. Рассчитать параметры изоэнтропийного течения воздуха на выходе из сопла при известных параметрах температуры, давления торможения перед соплом и давления в потоке за соплом.

2. Рассчитать площади минимального и выходного сечений при известном расходе рабочего тела.

3. Найти зависимость от отношения давлений угла выхода потока воздуха из сопла с косым срезом. Течение считать одномерным и изоэнтропийным.

Занятие 3. Практическое применение уравнение Навье-Стокса. Природные явления, описываемые теоремой Стокса (4 часа)

1. Рассчитать отношение площади на выходе из диффузора к площади на входе в него при известных параметрах скорости воздуха на выходе, давления, температуры, и давления на выходе.

2. Рассчитать расход пара через сопло при известных параметрах давления, температуры торможения, давления за соплом и площадь выходного сечения.

3. Определение площади критического сечения.

Занятие 4. Нахождение теоретической и реальной скорости газа. Нахождение теоретического и реального расхода газа (4 часа)

1. В адиабатном процессе расширения рассчитать зависимость от отношения давлений показателя политропы, политропного КПД.

2. Рассчитать коэффициент возврата теплоты и коэффициент неизоэнтропности для воздуха при заданной величине адиабатного КПД.

3. Рассчитать расходную характеристику суживающегося сопла с учетом трения при изменении противодавления, полагая процесс истечения политропным с заданным его показателем.

Занятие 5. Каналы переменного сечения (4 часа)

1. Вывести формулу для расчета скорости сверхзвукового потока по результатам измерения давления торможения пневмометрической трубкой полного напора.

2. Рассчитать в зависимости от отношения давлений кривую потерь энергии от прямых скачков уплотнения в сопле Лаваля.

3. Построить также расходную характеристику сопла.

Занятие 6. Газодинамические функции (6 часа)

1. Рассчитать потери энергии в сопловом аппарате.

2. Рассчитать угол выхода потока газа из сопла с косым срезом при расширении его за пределами сопла.

3. Рассчитать для входной части профиля воздушной сверхзвуковой компрессорной решетки угол клина.

Занятие 7. Физическое моделирование (4 часа)

1. Какие задачи решают, используя критерий Рейнольдса?

2. Как определить, что будет являться характерным размером?

3. В каком виде применяют критерий Эйлера для решения задач газовой динамики для турбин?

Занятие 8. Предельная скорость движения газа (4 часа)

1. Построить профиль турбинного сопла СА, рассчитанный на то, что на выходе из него будет поток иметь скорость больше скорости звука.

2. Определить местную скорость звука пара, используя для этой цели диаграмму.

3. Определить скорость течения газа в критическом сечении сопла.

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Техническая газодинамика» представлено в Приложении 1 и 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.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Предмет и задачи, роль и место газовой динамики в судовой энергетике. Основные понятия газодинамики	ПК-2	знает	ОУ-1	см. вопросы к экзамену
			умеет	ОУ-1	
			владеет	ОУ-1	
2	Уравнение неразрывности для несжимаемого газа	ПК-20	знает	ОУ-1	см. вопросы к экзамену
			умеет	ОУ-1	
			владеет	ОУ-1	

		ПК-22	знает	ОУ-1	см. вопросы к экзамену
			умеет	ОУ-1	
			владеет	ОУ-1	
3	Уравнение Бернулли. Уравнение движения газа	ПК-2	знает	ОУ-1	см. вопросы к экзамену
			умеет	ОУ-1	
			владеет	ОУ-1	
		ПК-22	знает	ОУ-1	см. вопросы к экзамену
			умеет	ОУ-1	
			владеет	ОУ-1	
4	Понятия размерности задач газовой динамики. Действительное и теоретическое течение газа в каналах. Действительный и теоретический расход газа	ПК-2	знает	ОУ-1	см. вопросы к экзамену
			умеет	ОУ-1	
			владеет	ОУ-1	
		ПК-20	знает	ОУ-1	см. вопросы к экзамену
			умеет	ОУ-1	
			владеет	ОУ-1	
		ПК-22	знает	ОУ-1	см. вопросы к экзамену
			умеет	ОУ-1	
			владеет	ОУ-1	

Вопросы к зачету

1. Роль и место газовой динамики в судовой энергетике
2. Основные понятия газовой динамики
3. Классификация сил, действующих в жидкости.
4. Параметры потока.
5. Физический смысл величин: плотность, удельный вес, вязкость динамическая, вязкость статическая.
6. Понятие сжимаемости. Число Маха.

7. Понятие давления газов (полное, статическое и динамическое давление).
8. Связь между напряжениями и деформациями в движущемся газе.
9. Уравнение неразрывности для сжимаемого газа.
10. Уравнение энергии.
11. Уравнение количества движения.
12. Уравнение Бернулли
13. Уравнение движения идеальной жидкости
14. Уравнение Навье-Стокса
15. Понятие трехмерного, двумерного и одномерного течения.
16. Плоские установившиеся движения идеальной сжимаемой жидкости.
17. Понятие линии тока и функции тока.
18. Уравнение линии тока.
19. Отличие линии тока от траектории движения частицы газа.
20. Понятие трубки тока и элементарной струйки газа.
21. Понятие поверхности тока.
22. Понятие нулевой линии.
23. Понятие вихревой линии. Уравнение вихревой линии.
24. Вихревая трубка тока. Уравнение вихревой трубки (теорема Гельмгольца).
25. Свойства вихревых трубок.
26. Формулировка теоремы Стокса.
27. Адиабатный процесс расширения газа в соплах в диаграмме $h-s$.
28. Вывод формулы теоретической скорости истечения газа из сопел.
29. Действительное истечение газа из сопел. Коэффициент скорости сопла. Потеря энергии в соплах.
30. Вывод формулы теоретического расхода газа через сопло.
31. Изменение расхода газа через сопло в зависимости от перепада давления. Понятие коэффициента расхода сопла.

32. Относительный расход газа через сопло. Удельный и приведенный расход.
33. Расход несжимаемого газа или жидкости через канал произвольного сечения. Связь между скоростью и давлением в потоке газа.
34. Влияние давления перед и за соплом на расход газа.
35. Определение площади поперечного сечения сопла. Изменение площади поперечного сечения сопла в зависимости от перепада давления.
36. Отклонение потока в косом срезе сужающегося сопла.
37. Нерасчетные режимы работы суживающихся сопел и сопел Лаваля.
38. Понятие коэффициента потери полного давления.
39. Одномерное изэнтропийное течение в канале переменного сечения (вывод уравнения движения).
40. Влияние числа Маха на форму соплового канала (анализ уравнения движения).
41. Критические параметры потока. Газодинамические функции.
42. Основные понятия гидродинамического подобия. Задачи моделирования и подобия. Размерные и безразмерные величины.
43. Критерии подобия в газовой динамике.
44. Прямые скачки уплотнения. Образование волн сжатия и разряжения. Схема распространения ударной волны.
45. Изменения состояния газа в скачке уплотнения. Относительная скорость газа в скачке уплотнения.
46. Косые скачки уплотнения. Слабые возмущения в косом скачке уплотнения.
47. Конус Маха. Предельная скорость движения газа. Число Маха.
48. Понятие пограничного слоя. Условия его образования.
49. Понятие ламинарного и турбулентного пограничного слоев. Изменение скорости газа в пограничном слое.
50. Образование пограничного слоя при обтекании потоком кругового тела.

51. Понятия толщины пограничного слоя, толщины вытеснения и толщины потери импульса.
52. Течение газа по трубам.
53. Газовые эжекторы.
54. Течение газа с подводом и отводом тепла.
55. Течение газа в лабиринтных уплотнениях.
56. Основы обтекания газом решеток профилей лопастных машин (уравнения Эйлера и теорема Жуковского).

V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

1. Р. В. Савинкин, И. Ф. Урсулика, А. Б. Гусаров. Газотурбинные энергетические установки учебное пособие для вузов в области корабельной энергетики: Учебное пособие. – Владивосток: Изд-во Дальневосточного технического университета, 2011. / Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:426000&theme=FEFU>
2. Фершалов Ю.Я., Фершалов А.Ю., Фершалов М.Ю. Основы технической газовой динамики: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс]/ Инженерная школа ДВФУ. – Владивосток: Дальневост. Федерал. ун-т, 2015. – [97 с.]. – 1 CD. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:768224&theme=FEFU>
3. Введение в гидрогазодинамику и теорию ударных волн для физиков : [учебное пособие] / Ю. П. Райзер. Долгопрудный : Интеллект , 2011 – 431 с. Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:719140&theme=FEFU>
4. Волков К.Н. Газовые течения с массоподводом в каналах и трактах энергоустановок [Электронный ресурс]/ Волков К.Н., Емельянов В.Н.—

Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011.— 464 с.
<http://www.iprbookshop.ru/24486.html>

5. Брушлинский, К.В. Математические и вычислительные задачи магнитной газодинамики [Электронный ресурс] : монография. — Электрон. дан. — М. : "Лаборатория знаний" (ранее "БИНОМ. Лаборатория знаний"), 2015. — 203 с. http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=66339

6. Газодинамические уплотнения [Электронный ресурс] : монография / Новиков Е.А. - Казань : Издательство КНИТУ, 2013. – 252 с.
<http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785788215334.html>

Дополнительная литература

1. Абрамович Г.Н. Прикладная газовая динамика. М., Наука, 1976
2. Виноградов Б.С. Прикладная газовая динамика. М., 1965
3. Давидсон В.Е. Основы газовой динамики в задачах. М., 1965.
4. Дейч М.Е., Зарянкин А.Е. Гидрогазодинамика. М, Энергоатомиздат, 1984
5. Кириллов И.И., Кириллов А.И. Теория турбомашин. Примеры и задачи. Учебное пособие для вузов. Л., Машиностроение, 1974
6. Лабораторный практикум по аэрогазодинамике: учебное пособие /Белова А.В. и др., Л., Изд-во Ленинградского ун-та, 1980.

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Пояснения к формам работы:

1. По мере накопления теоретического материала и его закрепления на практике, лекционные занятия переводятся в форму активного диалога с обучающимися с целью выработки суждений по изучаемой дисциплине.

2. Все практические занятия сформированы на основе существующих потребностей производства в средствах автоматизации отдельных видов проектно-конструкторских работ.

3. Контрольные опросы проводятся в форме активного диалога-обсуждения на определенные преподавателем темы.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Техническая газодинамика» включает в себя: мультимедийное оборудование, графические станции, программы и учебно-методические пособия и учебники в формате pdf, приведенные в списке литературы, презентации лекционного материала.

В ходе изучения дисциплины, применяются следующие образовательные технологии:

– Лекции в виде презентаций, обучающие видеофильмы, примеры программ, разработанных для соответствующих разделов курса.

– Опросы и задания для организации промежуточного контроля знаний студентов.

– Практические занятия, предусматривающие выполнение студентами индивидуальных и групповых заданий с использованием компьютера и стандартного пакета приложений.



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

по дисциплине «Техническая газодинамика»

**Направление подготовки 26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и
системотехника объектов морской инфраструктуры**

магистерская программа «Энергетические комплексы и оборудование
морской техники»

Форма подготовки очная

Владивосток

2017

План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	2 неделя	Конспект, контрольный опрос	2	ПР-2, УО-1
2	4 неделя	Конспект, контрольный опрос	2	ПР-2, УО-1
3	7 неделя	Выполненное задание. Контрольный опрос	4	ПР-2, УО-1
4	9 неделя	Выполненное задание, контрольный опрос	4	ПР-2, УО-1
5	12 неделя	Выполненное задание, контрольный опрос	4	ПР-2, УО-1
6	13 неделя	Выполненное задание, контрольный опрос	4	ПР-2, УО-1
7	18 неделя	Конспект, контрольный опрос	2	ПР-2, УО-1

Самостоятельная работа студентов организуется посредством дополнительного самостоятельного изучения вопросов из теоретического курса и представленного преподавателем лекционного материала. Самостоятельное выполнение практических заданий осуществляется в домашних условиях, либо в специализированных аудиториях кафедры во время свободное от учебных занятий.

Для теоретической подготовки рекомендуется использовать литературу, указанную в РУПД и Интернет ресурсы.

Результатом СРС является краткий конспект лекций по рассматриваемому вопросу. Контроль СРС осуществляется посредством устного и письменного опросов.

При выполнении практических заданий в домашних условиях студенты должны использовать версию ПО идентичную с той, что установлена в учебном классе, либо осуществлять сохранение в соответствующем формате, в случае использования более новой версии ПО.

Темы рефератов

1. Вентиляция помещений, проектирование тракта выхлопа дизелей.
2. Силы, действующие в жидкости и газе.

3. Применение закона сохранения энергии.
4. Династия ученых Бернулли. Историческая роль результатов их работ.
5. Задачи, решаемые уравнением Навье-Стокса.
6. Торнадо.
7. Скорости газа близкие к теоретическим.
8. Меры для обеспечения необходимого расхода газа при недостаточной площади проходных сечений.
9. Критический расход газа
10. Учет угла отклонения потока.
11. Таблицы газодинамических функций.
12. Методы моделирования.



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

ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ
по дисциплине «Техническая газодинамика»
**Направление подготовки 26.04.02 Кораблестроение, океанотехника и
системотехника объектов морской инфраструктуры**
магистерская программа «Энергетические комплексы и оборудование
морской техники»
Форма подготовки очная

Владивосток
2017

Паспорт ФОС

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
способностью разрабатывать функциональные и структурные схемы морских (речных) технических систем с определением их физических принципов действия, морфологии и установлением технических требований на отдельные подсистемы и элементы (ПК-2);	знает (пороговый уровень)	основы составления уравнений колебаний механизмов и машин, умение их использования при расчётах	знание основ составления уравнений колебаний механизмов и машин, умение их использования при расчётах	способностью перечислить основы составления уравнений колебаний механизмов и машин, умение их использования при расчётах	61-75 баллов
	умеет (продвинутый)	использовать основные положения и принципы технической газодинамики корабельных энергокомплексов и элементов оборудования морской техники	умение использовать основные положения и принципы технической газодинамики корабельных энергокомплексов и элементов оборудования морской техники	способность использовать основные положения и принципы технической газодинамики корабельных энергокомплексов и элементов оборудования морской техники	76-85 баллов
	владеет (высокий)	навыками расчета основных параметров газодинамики	владение навыками расчета основных параметров газодинамики	способность делать выводы по результатам расчета основных параметров газодинамики	86-100 баллов
способностью	знает (пороговый)	вредное влияние	знание о вредном	способностью	61-75

формулировать задачи и план научного исследования в области морской (речной) техники, разрабатывать математические модели объектов исследования и выбирать численные методы их моделирования, разрабатывать новые или выбирать готовые алгоритмы решения задачи (ПК-20);	уровень)	вибрации на человека и знать методы защиты от неё	влиянии вибрации на человека и методах защиты от неё	перечислить методы защиты от вибрации	баллов
	умеет (продвинутый)	оценивать уровень вредного шума от механизмов и машин и знать способы его снижения	умение оценивать уровень вредного шума от механизмов и машин и знать способы его снижения	способность оценивать уровень вредного шума от механизмов и машин и знать способы его снижения	76-85 баллов
	владеет (высокий)	навыками использования нормативной информации делопроизводства и оформления конструкторской документации по ЕСКД.	владение навыками использования нормативной информации делопроизводства и оформления конструкторской документации по ЕСКД.	способность использования нормативной информации делопроизводства и оформления конструкторской документации по ЕСКД.	86-100 баллов
способностью выполнять математическое (компьютерное) моделирование и оптимизацию параметров объектов морской (речной) техники на базе разработанных и имеющихся средств исследования и проектирования, включая стандартные и специализированные пакеты	знает (пороговый уровень)	основные способы измерения уровня вибрации (основы виброметрии)	знание основных способов измерения уровня вибрации (основы виброметрии)	способностью перечислить основные способы измерения уровня вибрации (основы виброметрии)	61-75 баллов
	умеет (продвинутый)	использовать основные положения и принципы технической газодинамики корабельных энергокомплексов и элементов оборудования морской техники	умение использовать основные положения и принципы технической газодинамики корабельных энергокомплексов и элементов оборудования морской техники	способность использовать основные положения и принципы технической газодинамики корабельных энергокомплексов и элементов оборудования морской техники	76-85 баллов
	владеет (высокий)	современными	владение	способность применять	86-100

прикладных программ (ПК-22).		техническими средствами выполнения проектных разработок с использованием вычислительной техники (ВТ);	современными техническими средствами выполнения проектных разработок с использованием вычислительной техники (ВТ);	современные технические средства для выполнения проектных разработок с использованием вычислительной техники (ВТ);	баллов
	владеет (высокий)	основы составления уравнений колебаний механизмов и машин, умение их использования при расчётах	владение основами составления уравнений колебаний механизмов и машин, умение их использования при расчётах	способность составления уравнений колебаний механизмов и машин, умение их использования при расчётах	86-100 баллов

Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины

Текущая аттестация студентов. Текущая аттестация студентов по дисциплине «Техническая газодинамика» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Техническая газодинамика» проводится в форме контрольных работ 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.

Оценка освоения учебной дисциплины «Техническая газодинамика» является комплексным мероприятием, которое в обязательном порядке учитывается и фиксируется ведущим преподавателем. Такие показатели этой оценки, как посещаемость всех видов занятий и своевременность выполнения заданий фиксируется в журнале посещения занятий.

Степень усвоения теоретических знаний оценивается такими контрольными мероприятиями как устный опрос и тестирование, частично выполнением курсового проекта.

Промежуточная аттестация студентов.

Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Техническая газодинамика» проводится в соответствии с локальными нормативными

актами ДВФУ и является обязательной.

Зачет проводится в виде устного опроса в форме ответов на вопросы.

**Критерии выставления оценки студенту на зачете
по дисциплине «Техническая газодинамика»:**

Баллы (рейтингов ой оценки)	Оценка зачета/ экзамена (стандартная)	Требования к сформированным компетенциям
5 (100-86)	<i>«зачтено»/ «отлично»</i>	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)	<i>«зачтено»/ «хорошо»</i>	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)	<i>«зачтено»/ «удовлетвор ительно»</i>	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)	<i>«не зачтено»/ «неудовлетв орительно»</i>	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.

**Оценочные средства для промежуточной аттестации
Вопросы к зачету**

1. Роль и место газовой динамики в судовой энергетике
2. Основные понятия газовой динамики

3. Классификация сил, действующих в жидкости.
4. Параметры потока.
5. Физический смысл величин: плотность, удельный вес, вязкость динамическая, вязкость статическая.
6. Понятие сжимаемости. Число Маха.
7. Понятие давления газов (полное, статическое и динамическое давление).
8. Связь между напряжениями и деформациями в движущемся газе.
9. Уравнение неразрывности для сжимаемого газа.
10. Уравнение энергии.
11. Уравнение количества движения.
12. Уравнение Бернулли
13. Уравнение движения идеальной жидкости
14. Уравнение Навье-Стокса
15. Понятие трехмерного, двумерного и одномерного течения.
16. Плоские установившиеся движения идеальной сжимаемой жидкости.
17. Понятие линии тока и функции тока.
18. Уравнение линии тока.
19. Отличие линии тока от траектории движения частицы газа.
20. Понятие трубки тока и элементарной струйки газа.
21. Понятие поверхности тока.
22. Понятие нулевой линии.
23. Понятие вихревой линии. Уравнение вихревой линии.
24. Вихревая трубка тока. Уравнение вихревой трубки (теорема Гельмгольца).
25. Свойства вихревых трубок.
26. Формулировка теоремы Стокса.
27. Адиабатный процесс расширения газа в соплах в диаграмме $h-s$.
28. Вывод формулы теоретической скорости истечения газа из сопел.

29. Действительное истечение газа из сопел. Коэффициент скорости сопла. Потеря энергии в соплах.
30. Вывод формулы теоретического расхода газа через сопло.
31. Изменение расхода газа через сопло в зависимости от перепада давления. Понятие коэффициента расхода сопла.
32. Относительный расход газа через сопло. Удельный и приведенный расход.
33. Расход несжимаемого газа или жидкости через канал произвольного сечения. Связь между скоростью и давлением в потоке газа.
34. Влияние давления перед и за соплом на расход газа.
35. Определение площади поперечного сечения сопла. Изменение площади поперечного сечения сопла в зависимости от перепада давления.
36. Отклонение потока в косом срезе сужающегося сопла.
37. Нерасчетные режимы работы суживающихся сопел и сопел Лаваля.
38. Понятие коэффициента потери полного давления.
39. Одномерное изоэнтропийное течение в канале переменного сечения (вывод уравнения движения).
40. Влияние числа Маха на форму соплового канала (анализ уравнения движения).
41. Критические параметры потока. Газодинамические функции.
42. Основные понятия гидродинамического подобия. Задачи моделирования и подобия. Размерные и безразмерные величины.
43. Критерии подобия в газовой динамике.
44. Прямые скачки уплотнения. Образование волн сжатия и разряжения. Схема распространения ударной волны.
45. Изменения состояния газа в скачке уплотнения. Относительная скорость газа в скачке уплотнения.
46. Косые скачки уплотнения. Слабые возмущения в косом скачке уплотнения.
47. Конус Маха. Предельная скорость движения газа. Число Маха.

48. Понятие пограничного слоя. Условия его образования.
49. Понятие ламинарного и турбулентного пограничного слоев. Изменение скорости газа в пограничном слое.
50. Образование пограничного слоя при обтекании потоком кругового тела.
51. Понятия толщины пограничного слоя, толщины вытеснения и толщины потери импульса.
52. Течение газа по трубам.
53. Газовые эжекторы.
54. Течение газа с подводом и отводом тепла.
55. Течение газа в лабиринтных уплотнениях.
56. Основы обтекания газом решеток профилей лопастных машин (уравнения Эйлера и теорема Жуковского).

Оценочные средства для текущей аттестации

Критерии оценки (устный ответ) при собеседовании

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.