

Компонент ОПОП	13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника
	наименование ОПОП
	направленность (профиль) Энергообеспечение в Арктической
	зоне РФ
	Б1.О.21
	шифр дисциплины

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Дисциплины (модуля)	Гидрогазодинамика
------------------------	-------------------

Разработчик (и):	Утверждено на заседании кафедры
Караченцева Я.М.	Строительства, энергетики и транспорта
ФИО	наименование кафедры
	протокол № 6 от 22.05.2026
Ст. преподаватель каф. СЭиТ	Заведующий кафедрой
должность	
	А.А. Челтыбашев
ученая степень, звание	подпись ФИО

1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
ОПК-4. Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-1 _{ОПК-4} . Демонстрирует понимание основных законов механики жидкости и газа и применяет их для расчета элементов теплотехнических установок и систем ИД-2 _{ОПК-4} . Демонстрирует понимание основ термодинамики, основных законов термодинамики и применяет их для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей ИД-3 _{ОПК-4} . Демонстрирует понимание основных законов теплообмена и применяет их для расчетов элементов теплотехнических установок и систем	– основные законы гидрогазодинамики; – режимы течения жидкостей и газов в теплоэнергетическом оборудовании.	– проводить измерения необходимых величин, обрабатывать результаты измерений и оценивать их погрешность; – применять знания основ гидрогазодинамики для расчетов теплотехнических установок и систем.	– знаниями о движении жидкостей и газов; методами расчета процессов, протекающих в тепловых машинах.	- комплект заданий для выполнения практических работ; - комплект заданий для выполнения лабораторных работ; - типовые задания по вариантам для выполнения контрольной.	Экзаменационные билеты. Результаты текущего контроля
ОПК-6. Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин на объектах теплоэнергетики и теплотехники	ИД-1 _{ОПК-6} Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность.					

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
Полнота знаний	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки.
Наличие умений	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продemonстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
Наличие навыков (владение опытом)	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продemonстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
Характеристика сформированности компетенции	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Зачётное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. ИЛИ Набрано зачётное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачётное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач. ИЛИ Набрано зачётное количество баллов согласно установленному диапазону

3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

3.1 Критерии и шкала оценивания практических работ. Перечень практических работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по практической работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на практическую работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

3.2 Критерии и шкала оценивания лабораторных работ. Перечень лабораторных работ, описание порядка выполнения и защиты работы, требования к результатам работы, структуре и содержанию отчета и т.п. представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

Оценка/баллы	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	Задание выполнено полностью и правильно. Отчет по лабораторной работе подготовлен качественно в соответствии с требованиями. Полнота ответов на вопросы преподавателя при защите работы.
<i>Хорошо</i>	Задание выполнено полностью, но нет достаточного обоснования или при верном решении допущена незначительная ошибка, не влияющая на правильную последовательность рассуждений. Все требования, предъявляемые к работе, выполнены.
<i>Удовлетворительно</i>	Задания выполнены частично с ошибками. Демонстрирует средний уровень выполнения задания на лабораторную работу. Большинство требований, предъявляемых к заданию, выполнены.
<i>Неудовлетворительно</i>	Задание выполнено со значительным количеством ошибок на низком уровне. Многие требования, предъявляемые к заданию, не выполнены. ИЛИ Задание не выполнено.

3.3 Критерии и шкала оценивания контрольной работы

Контрольная работа предназначена для проверки знаний/умений/навыков в рамках оцениваемых компетенций по дисциплине. Перечень контрольных заданий, рекомендации по выполнению представлены в методических материалах по освоению дисциплины (модуля) и в электронном курсе в ЭИОС МАУ.

В ФОС включен типовой вариант контрольного задания.

Задание предусматривает решение следующих задач:

1. Определение параметров свободной затопленной турбулентной струи (круглой и плоской).
2. Вычерчивание поперечных профилей распределения скоростей для плоской и круглой струи.
3. Расчет силового воздействия круглой струи на твердую преграду для отверстия и двух типов насадков (внешний цилиндрический и коноидальный).

Оценка/баллы	Критерии оценивания
Отлично	Контрольная работа выполнена полностью, без ошибок (возможна одна неточность, описка, не являющаяся следствием непонимания материала).
Хорошо	Контрольная работа полностью, но обоснования шагов решения недостаточны, допущена одна негрубая ошибка или два-три недочета, не влияющих на правильную последовательность рассуждений.
Удовлетворительно	В контрольной работе допущено более одной грубой ошибки или более двух-трех недочетов, но обучающийся владеет обязательными умениями по проверяемой теме.
Неудовлетворительно	В контрольной работе есть грубые ошибки и недочеты ИЛИ Контрольная работа не выполнена.

4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации

Критерии и шкала оценивания результатов освоения дисциплины (модуля) с экзаменом

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена.

В ФОС включен список вопросов и заданий к экзамену и типовой вариант экзаменационного билета:

Список вопросов к экзамену

1. Физико-механические свойства жидкостей и газов.
2. Виды жидкостей. Силы, действующие на жидкость.
3. Гидростатика. Давление в жидкости. Основное уравнение гидростатики (вывод).
4. Закон Паскаля. Практическое применение закона Паскаля. Виды давлений. Приборы для измерения давления. Напор.

5. Силы давления жидкости на поверхности. Сила давления жидкости на плоскую стенку. Сила давления жидкости на плоскую прямоугольную стенку.
6. Силы давления жидкости на поверхности. Сила давления жидкости на дно сосуда. Сила давления жидкости на криволинейную поверхность. Эпюры гидростатического давления.
7. Плавание тел. Закон Архимеда. Равновесие и остойчивость тел, полностью погруженных в жидкость. Условия равновесия и остойчивости.
8. Плавание тел. Равновесие и остойчивость тел, частично погруженных в жидкость. Условия равновесия и остойчивости.
9. Поверхности равного давления. Формы свободной поверхности жидкости. Относительный и абсолютный покой жидкости.
10. Гидродинамика. Основные понятия гидродинамики. Элементы потока жидкости (линия тока, элементарная струйка, живое сечение, смоченный периметр, гидравлический радиус, расход, средняя скорость).
11. Виды движения жидкости (установившееся, неустановившееся, напорное, безнапорное, равномерное, неравномерное).
12. Уравнение неразрывности.
13. Уравнение Бернулли (для элементарной струйки идеальной жидкости, элементарной струйки реальной жидкости, потока). Пьезометрический и гидравлический уклоны.
14. Практическое использование уравнения Бернулли.
15. Режимы течения жидкости. Ламинарный и турбулентный режимы. Эпюры скоростей. Пульсация скорости. Коэффициент Кориолиса для ламинарного и турбулентного режимов.
16. Число Рейнольдса, его физический смысл, критические числа Рейнольдса.
17. Потери энергии при движении жидкости. Формулы Дарси-Вейсбаха и Шези.
18. Потери по длине. Коэффициент гидравлического трения. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. График Никурадзе. Формулы для нахождения коэффициента гидравлического трения.
19. Местные сопротивления. Внезапное расширение, внезапное сужение, диафрагма, диффузор, конфузор, задвижка, поворот русла, отвод.
20. Общие потери напора. Принцип наложения потерь давления.
21. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Истечение жидкости через отверстия (через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре, донное отверстие в тонкой стенке, затопленное отверстие в тонкой стенке, большие отверстия). Виды сжатия.
22. Коэффициент сжатия, расхода, скорости. Коэффициент расхода при неполном сжатии. Зависимость коэффициентов скорости, расхода и сжатия от числа Рейнольдса.
23. Истечение жидкости через отверстия и насадки. Истечение жидкости через насадки. Типы насадков (коэффициенты расхода, скорости, сжатия, применение). Условия увеличения коэффициента расхода при применении насадков.
24. Истечение жидкости при переменном напоре. Время истечения жидкости. Изменение расхода во времени.
25. Движение жидкости в трубопроводах. Классификация и назначение трубопроводов.
26. Кривые потребного напора. Характеристика трубопровода.
27. Расчет простого трубопровода.
28. Соединение трубопроводов.
29. Гидравлический удар. Скорость распространения ударной волны. Формула Жуковского. Противоударные мероприятия.
30. Кавитация, виды кавитации. Противокавитационные мероприятия.

Типовой вариант экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МУРМАНСКИЙ АРКТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра строительства, энергетики и транспорта

Направление подготовки 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»

Направленность (профиль) подготовки «Энергообеспечение в Арктической зоне РФ»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № _____
по учебной дисциплине «Гидрогазодинамика»

1. Физико-механические свойства жидкостей и газов.
2. Потери по длине. Коэффициент гидравлического трения. Гидравлически гладкие и шероховатые трубы. График Никурадзе. Формулы для нахождения коэффициента гидравлического трения.

Билет рассмотрен и утвержден на заседании кафедры строительства, теплоэнергетики и транспорта «22» мая 2026 года, протокол № 6.

Заведующий кафедрой

А.А.Челтыбашев

Оценка	Критерии оценки ответа на экзамене
Отлично	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
Хорошо	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
Удовлетворительно	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
Неудовлетворительно	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 20 баллов, «4» - 15 баллов, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе ¹	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Хорошо</i>	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Удовлетворительно</i>	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Неудовлетворительно</i>	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания и кейс-задания.*

**Комплект заданий диагностической работы
Компетенция ОПК-4
ВАРИАНТ 1**

1. Какая из этих жидкостей не является капельной?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) ртуть;
- б) керосин;
- в) нефть;
- г) азот.

2. Идеальной жидкостью называется:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) жидкость, в которой отсутствует внутреннее трение;
- б) жидкость, подходящая для применения;
- в) жидкость, способная сжиматься;
- г) жидкость, существующая только в определенных условиях.

3. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) силы инерции и поверхностного натяжения;
- б) внутренние и поверхностные;
- в) массовые и поверхностные;
- г) силы тяжести и давления.

4. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) в паскалях;

¹ Баллы соответствуют технологической карте

- б) в джоулях;
- в) в барах;
- г) в стокахсах.

5. Какое давление обычно показывает манометр?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) абсолютное;
- б) избыточное;
- в) атмосферное;
- г) давление вакуума.

ВАРИАНТ 2

1. Какая из этих жидкостей не является газообразной?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) жидкий азот;
- б) ртуть;
- в) водород;
- г) кислород;

2. Вязкость жидкости при увеличении температуры:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной;
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

3. Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) основным уравнением гидростатики;
- б) основным уравнением гидродинамики;
- в) основным уравнением гидромеханики;
- г) основным уравнением гидродинамической теории.

4. Способность плавающего тела, выведенного из состояния равновесия, вновь возвращаться в это состояние называется:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) устойчивостью;
- б) остойчивостью;
- в) плавучестью;
- г) непотопляемостью.

5. Во вращающемся цилиндрическом сосуде свободная поверхность имеет форму:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) параболы;
- б) гиперболы;
- в) конуса;
- г) свободная поверхность горизонтальна.

ВАРИАНТ 3

1. Массу жидкости, заключенную в единице объема, называют:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) весом;
- б) удельным весом;
- в) удельной плотностью;
- г) плотностью.

2. Вязкость жидкости это:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) способность сопротивляться скольжению или сдвигу слоев жидкости;
- б) способность преодолевать внутреннее трение жидкости;
- в) способность преодолевать силу трения жидкости между твердыми стенками;
- г) способность перетекать по поверхности за минимальное время.

3. Реальной жидкостью называется жидкость:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) не существующая в природе;
- б) находящаяся при реальных условиях;
- в) в которой присутствует внутреннее трение;
- г) способная быстро испаряться.

4. Вязкость жидкости не характеризуется:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) кинематическим коэффициентом вязкости;
- б) динамическим коэффициентом вязкости;
- в) градусами Энглера;
- г) статическим коэффициентом вязкости.

5. Вязкость газа при увеличении температуры:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) увеличивается;
- б) уменьшается;
- в) остается неизменной;
- г) сначала уменьшается, а затем остается постоянной.

ВАРИАНТ 4

1. Чему равно атмосферное давление при нормальных условиях?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) 100 МПа;
- б) 100 кПа;
- в) 10 ГПа;
- г) 1000 Па.

2. Площадь поперечного сечения потока, перпендикулярная направлению движения называется:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) открытым сечением;
- б) живым сечением;
- в) полным сечением;
- г) площадь расхода.

3. Местные потери энергии вызван:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) наличием линейных сопротивлений;

- б) наличием местных сопротивлений;
- в) массой движущейся жидкости;
- г) инерцией движущейся жидкости.

4. Резкое повышение давления, возникающее в напорном трубопроводе при внезапном торможении рабочей жидкости, называется:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) гидравлическим ударом;
- б) гидравлическим напором;
- в) гидравлическим скачком;
- г) гидравлический прыжок.

5. Вес жидкости в единице объема называют:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) плотностью;
- б) удельным весом;
- в) удельной плотностью;
- г) весом.

ВАРИАНТ 5

1. Коэффициент Кориолиса в уравнении Бернулли характеризует:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) режим течения жидкости;
- б) степень гидравлического сопротивления трубопровода;
- в) изменение скоростного напора;
- г) степень уменьшения уровня полной энергии.

2. На какие виды делятся гидравлические сопротивления?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) линейные и квадратичные;
- б) местные и нелинейные;
- в) нелинейные и линейные;
- г) местные и линейные.

3. Число Рейнольдса:

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) характеризует отношение сил инерции к силам вязкости;
- б) определяет соотношение подъемной силы, вызываемой разностью плотностей холодных и нагретых частиц жидкости, и сил молекулярного трения;
- в) определяет интенсивность конвективного теплообмена на границе стенка – жидкость;
- г) определяет физические свойства жидкости.

4. С помощью чего определяется режим движения жидкости?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) по графику Никурадзе;
- б) по номограмме Колбрука-Уайта;
- в) по числу Рейнольдса;
- г) по формуле Вейсбаха-Дарси.

5. На какие виды делятся длинные трубопроводы?

(данный вопрос предполагает единственный выбор ответа)

- а) на параллельные и последовательные;
- б) на простые и сложные;

- в) на прямолинейные и криволинейные;
- г) на разветвленные и составные.

Примерные кейс-задания
Компетенция ОПК-6

Вариант 1

В технологической лаборатории необходимо определить режим движения жидкости в трубопроводе. Какой критерий подобия применяется в подобном исследовании?

Вариант 2

В лабораторных условиях необходимо провести измерение давления жидкости. Какими приборами Вы будете пользоваться? Какие единицы измерения имеет давление?

Вариант 3

В лабораторных условиях необходимо провести измерение физических свойств жидкости. Какие физические свойства жидкости Вы знаете?

Вариант 4

В лабораторных условиях необходимо провести измерение расхода жидкости. Какими приборами Вы будете пользоваться? Какие единицы измерения имеет расход?

Вариант 5

В лаборатории необходимо оценить влияние местных сопротивлений на потери энергии при движении жидкости в трубопроводе. Какие виды местных сопротивлений Вы знаете?