

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**  
**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**  
**«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»**

**УТВЕРЖДАЮ**

Проректор по учебной работе

\_\_\_\_\_ Васilenko B. H.  
(подпись) (Ф.И.О.)

"25" мая 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Гидрогазодинамика**

Направление подготовки

**13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

Направленность (профиль) подготовки

**Промышленная теплоэнергетика**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Воронеж

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

- 16 Строительство и жилищно-коммунальное хозяйство (в сфере проектирования и эксплуатации объектов теплоэнергетики и теплотехники);
- 20 Электроэнергетика (в сфере теплоэнергетики и теплотехники).

В рамках освоения ОП ВО выпускники готовятся к решению задач профессиональной деятельности следующих типов:

- проектно-конструкторский;
- производственно-технологический;
- научно-исследовательский;
- организационно-управленческий;
- наладочный.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, на основе примерной основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, (уровень образования - бакалавриат).

## 2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины в соответствии с предусмотренными компетенциями обучающийся должен:

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-3	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД-1 <sub>опк-3</sub> Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа ИД-2 <sub>опк-3</sub> Применяет знания основ гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД-1 <sub>опк-3</sub> Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	Знает: законы механики жидкости и газа, физическую сущность явлений, происходящих в средах при реализации гидравлических процессов
	Умеет: использовать на практике основные принципы и общие положения механики жидкости и газа, применять физико-математический аппарат при разработке технологических процессов, включающих насосные установки и оборудование с гидро- и пневмоприводов
	Владеет: эффективными методами и средствами информационных технологий по расчету трубопроводных сетей и гидравлических машин для перемещения жидкостей и газов, регулированию работы гидравлических машин и систем гидравлического и пневматического привода, навыками выполнения гидродинамических экспериментов и испытания гидравлических машин
ИД-2 <sub>опк-3</sub> Применяет знания основ гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	Знает: устройство и принцип работы гидравлических машин, устройств и аппаратов, методы проектирования насосных установок для расчетов
	Умеет: составлять гидравлические схемы

	производственных объектов, применять типовые схемы использования гидро- и пневмоаппаратов, регулировать работу насоса на сеть
	Владеет: применения теоретических положений механики жидкости и газа к решению практических задач в области прикладной механики, навыками выполнения гидродинамических экспериментов и испытания гидравлических машин

### 3. Место дисциплины в структуре образовательной программы ВО

Дисциплина «Гидрогазодинамика» относится к модулю Блока 1 «Обязательный» основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.03 «Теплоэнергетика и теплотехника», уровень образования - бакалавриат). Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины «Гидрогазодинамика» основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися следующих дисциплин: «Математика», «Физика», «Химия».

Дисциплина «Гидрогазодинамика» является предшествующей для освоения следующих дисциплин: «Современные проблемы науки и производства в теплоэнергетики», «Котельные установки и парогенераторы», «Автоматизация теплоэнергетических процессов», Метрология и теплотехнические измерения для проведения следующих практик: учебной, производственной и преддипломной.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		3
	<b>акад.</b>	<b>акад.</b>
Общая трудоемкость дисциплины	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	<b>47,95</b>	<b>47,95</b>
Лекции	15	15
Лабораторные работы	30	30
Консультации текущие	0,75	0,75
Проведение консультаций перед экзаменом	2	2
Виды аттестации (экзамен)	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>26,25</b>	<b>26,25</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	10	10
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	10	10
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	6,25	6,25
Подготовка к экзамену (Контроль)	<b>33,8</b>	<b>33,8</b>

**5 Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**5.1 Содержание разделов дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость раздела, часы
1.	Введение	Предмет и задачи дисциплины. Методы, применяемые при изучении механики сплошных сред. Модели сплошной среды и методы оптимизации.	17
2.	Гидростатика	Основные свойства жидкости. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики. Сила давления Относительный покой жидкости. Закон Архимеда.	18
3.	Элементы гидродинамики	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Потери энергии при движении жидкости.	18
4.	Гидравлические машины	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов. Основные параметры работы насосов и их характеристики. Насосные установки. Способы регулирования работы динамического насоса на сеть. Устройство, принцип работы, области применения и основы расчета динамических и объемных насосов.	18,25
	<i>Консультации текущие</i>		0,75
	<i>Консультации перед экзаменом</i>		0
	<i>Экзамен</i>		0,2

**5.2 Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, час	ЛР, час	СРО, час
1.	Введение	2	-	6
2.	Гидроаэростатика	4	8	6,75
3.	Элементы гидроаэродинамики	4	12	6,75
4.	Гидравлические процессы	5	10	6,75
	<i>Консультации текущие</i>			0,75
	<i>Консультации перед экзаменом</i>			0
	<i>Экзамен</i>			0,2

### 5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, час
1.	Введение	Предмет и задачи курса в системе подготовки инженеров. Классификация основных процессов. Общие принципы анализа и расчета процессов и аппаратов. Оптимизация процессов.	2
2.	Гидроаэростатика	Основные свойства жидкости. Дифференциальные уравнения равновесия Эйлера. Основное уравнение гидростатики и его практические приложения. Сила давления. Относительный покой жидкости. Закон Архимеда.	4
3.	Элементы гидроаэродинамики	Задачи гидродинамики. Характеристики движения жидкости. Уравнения движения. Уравнения энергии. Основы теории подобия. Гидродинамические режимы движения вязкой жидкости: ламинарный и турбулентный. Характер и виды потерь энергии при движении жидкости: потери по длине; местные потери. Гидравлическое сопротивление типовых тепло- и массообменных аппаратов.	4
4.	Гидравлические процессы	Классификация гидромашин для транспортировки жидкостей и газов. Основные параметры работы. Характеристики насосов. Насосные установки. Характеристика сети. Рабочая точка насоса. Регулирование работы динамического насоса на сеть. Устройство, принцип работы, области применения динамических и объемных насосов.	5

### 5.2.2 Практические занятия не предусмотрены

### 5.2.3 Лабораторный практикум

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, час
1.	Введение		
2.	Гидроаэростатика	Относительный покой жидкости в равномерно вращающемся вокруг вертикальной оси цилиндрическом сосуде	2
Изучение гидродинамики взвешенного слоя		4	
3.	Элементы гидроаэродинамики	Изучение режимов движения жидкости	6
		Построение диаграммы напоров. Материальный и энергетический балансы	4
		Изучение гидродинамики колпачковой тарелки	2
4.	Гидравлические процессы	Испытание центробежного вентилятора	4
		Испытание центробежно-вихревого насоса	6

#### 5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся (СРО)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1.	Введение	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник)	2
2.	Гидроаэростатика	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	2
3.	Элементы гидроаэродинамики	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы)	4 2,75
4.	Гидравлические процессы	Подготовка к собеседованию (лекции, учебник, лабораторные работы) Тест (лекции, учебник, лабораторные работы) Кейс-задания (лекции, учебник, лабораторные работы)	2 2 2,75

**6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**  
Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

##### 6.1 Основная литература

1. Процессы и аппараты пищевых производств [Текст] : учебник для студентов вузов (гриф УМО) / А. Н. Остриков [и др.]. - 2-е изд., испр. и доп. - Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2020. - 640 с.: ил.

2. Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное пособие / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] – Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. – 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>

3. Процессы и аппараты (основы механики жидкости и газа) [Текст] : практикум : учебное пособие / А. Н. Остриков [и др.]; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж : ВГУИТ, 2018. - 231 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/4458>

##### 6.2 Дополнительная литература

1. Расчет и проектирование массообменных аппаратов: Учебное пособие/Под научной ред. Профессора А.Н. Острикова. – СПб.: Издательство «Лань» - 2015. – 352 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература). Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/56170>

2. Расчет и проектирование теплообменников : учебное пособие для вузов / А. Н. Остриков, И. Н. Болгова, Е. Ю. Желтоухова [и др.] ; Под редакцией профессора А. Н. Острикова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-7769-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/180777>

3. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, М.И. Слюсарев, Е.Ю. Желтоухова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992>

4. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование аппаратов для механических и гидромеханических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, В.Н. Василенко, Л.Н. Фролова, А.В. Терёхина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : , 2018. — 360 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105819>

##### 6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

1. Остриков, А.Н. Лабораторный практикум по процессам и аппаратам: учебное по-

собрание / А.Н. Остриков, А.В. Логинов, Л.Н. Ананьева [и др.] – Воронеж: ВГУИТ (Воронежский государственный университет инженерных технологий), 2012. – 281 с. Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5820>

2. Расчет и проектирование теплообменников : учебное пособие для вузов / А. Н. Остриков, И. Н. Болгова, Е. Ю. Желтоухова [и др.] ; Под редакцией профессора А. Н. Острикова. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 372 с. — ISBN 978-5-8114-7769-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/180777>

3. Остриков, А.Н. Расчет и проектирование сушильных аппаратов [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Н. Остриков, М.И. Слюсарев, Е.Ю. Желтоухова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/105992> .

4. Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Массообменные процессы [Электронный ресурс]: методические указания и задания к курсовому проекту для студентов очной и заочной формы обучения / Остриков, А. Н., Смирных, А. А., Слюсарев, М. И., Болгова, И. Н.; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 36 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/584>

5. Процессы и аппараты химических и пищевых производств. Тепловые процессы [Электронный ресурс]: методические указания и задания к курсовому проекту для студентов очной и заочной формы обучения / Остриков, А. Н., Смирных, А. А., Слюсарев, М. И., Болгова, И. Н.; ВГУИТ, Кафедра технологии жиров, процессов и аппаратов химических и пищевых производств. - Воронеж, 2014. - 32 с. Режим доступа: <http://biblos.vsu.ru/ProtectedView/Book/ViewBook/585>

#### **6.4 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
«Российское образование» - федеральный портал	<a href="http://www.edu.ru/index.php">http://www.edu.ru/index.php</a>
Научная электронная библиотека	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?</a>
Федеральная университетская компьютерная сеть России	<a href="http://www.runnet.ru/">http://www.runnet.ru/</a>
Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»	<a href="http://www.window.edu.ru/">http://www.window.edu.ru/</a>
Электронная библиотека ВГУИТ	<a href="http://biblos.vsu.ru/megapro/web">http://biblos.vsu.ru/megapro/web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Портал открытого on-line образования	<a href="http://npoad.ru">http://npoad.ru</a>
Информационно-коммуникационные технологии в образовании. Система федеральных образовательных порталов	<a href="http://www.ict.edu.ru/">http://www.ict.edu.ru/</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

#### **6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения 3KL».

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа	№ ауд.
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>	все компьютерные классы с операционной системой Windows
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»	(19, 29 ФСПО), 309а, 313, 323, 332, 332а, 422, 424, 434, Библиотека – научный зал, Библиотека СПО
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>	1, 30, 249а, 309б, 319, 327, Библиотека - читальный зал
Microsoft Windows 8.1		
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>	30, 134, 141, 335 Библиотека (читальный зал)
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>	1, 24, 039б, 105, 251, 336а, 420
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)	(19, 29 ФСПО), 309а, 313, 332, 332а, 422, 424, 434, Библиотека – научный зал, Библиотека СПО

**Справочно-правовые системы**

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа	№ ауд.
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.	141, 151, 249б, 251

**7 Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Материально-техническая база приведена в лицензионных формах и расположена по адресу <https://vsuet.ru>.

Для проведения учебных занятий (лабораторных, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) используются учебные аудитории:

Учебная аудитория № 111 для проведения учебных занятий	Комплект мебели для учебного процесса. Лабораторные установки: «Абсорбция углекислого газа водой», «Расход мощности на перемешивание», Установки для изучения гидродинамики потоков жидкости и газов: «Гидродинамика зернистого слоя», «Гидродинамика колпачковой тарелки», «Осаждение, витание и унос твердой частицы в жидкой среде», «Осаждение твердых частиц в жидкой среде», «Определение констант процесса фильтрации», «Барабанный вакуум-фильтр», «Простая перегонка», «Исследование теплопередачи в теплообменнике типа «труба в трубе»», Стенд колонных аппаратов. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
Учебная аудитория № 115 для проведения учебных занятий	Комплект мебели для учебного процесса. Лабораторные установки: Изучение режимов движения жидкости, Относительный покой жидкости во вращающемся вокруг цилиндрической оси цилиндрическом сосуде, Испытание вакуум-насоса, Испытание центробежного вентилятора, Испытание центробежно-вихревого насоса, Нормальные испытания центробежного насоса, Стенд Бернулли, учебно-наглядные пособия по тематическим разделам. Учебно-лабораторные комплексы: Исследование гидродинамики жидкости; Исследование параметров работы насосов. Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
Учебная аудитория № 117 для проведения учебных занятий	Комплект мебели для учебного процесса. Макет вакуум-выпарной установки с выносной греющей камерой. Макет массообменного аппарата. Стенды: «Трехкорпусная вакуум-выпарная установка», «Ректификационная установка непрерывного действия», «Основные виды фильтровальных материалов», «Используемые виды насадок в массообменных аппаратах», «Различные виды контактных устройств массообменных аппаратов». Переносное оборудование: мультимедийный проектор NEC NP 100; Ноутбук Rover Book W 500L; экран.
Помещение для самостоятельной работы обучающихся, ауд. № 113	Учебно-наглядные пособия по курсовому проектированию. Компьютеры: Celeron 2.8 ГГц, Intel Celeron-120, Pent-5-200. Мониторы: Samtron 56e, LCD TFT Samsung, ASUS VW193D BK. Клавиатура (3 шт.). Мышь (3 шт.)

Дополнительно для самостоятельной работы обучающихся используются читальные залы ресурсного центра ВГУИТ оснащенные компьютерами со свободным доступом в сеть Интернет и библиотечным и информационно- справочным системам

## 8.Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины включают в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.
- методические материалы, определяющий процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

ОМ представляются отдельным компонентом и **входят в состав рабочей программы дисциплины.**

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных средствах».

## ПРИЛОЖЕНИЕ

### к рабочей программе

#### 1. Организационно-методические данные дисциплины для заочной формы обучения

##### 1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Виды учебной работы	Всего часов	Семестр
		4
	акад.	акад.
Общая трудоемкость дисциплины	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Контактная работа, в т.ч. аудиторные занятия:</b>	17,9	17,9
Лекции	6	6
В том числе в форме практической подготовки	-	-
Лабораторные работы	8	8
В том числе в форме практической подготовки	-	-
Рецензирование контрольных работ	0,8	0,8
Консультации текущие	0,9	0,9
Консультации перед экзаменом	2	2
Виды аттестации (экзамен)	0,2	0,2
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>83,3</b>	<b>83,3</b>
Проработка материалов по конспекту лекций (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	20	20
Проработка материалов по учебнику (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	50,3	50,3
Подготовка к защите лабораторных работ (собеседование, тестирование, решение кейс-заданий, задач)	13	13
<b>Подготовка к экзамену (контроль)</b>	<b>6,8</b>	<b>6,8</b>

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине  
**Гидрогазодинамика**

## 1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Формулировка компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ОПК-4	Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ИД1 <sub>опк-4</sub> - Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа
			ИД2 <sub>опк-4</sub> – Применяет знания основ гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>опк-4</sub> - Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	Знает: законы механики жидкости и газа, физическую сущность явлений, происходящих в средах при реализации гидравлических процессов
	Умеет: использовать на практике основные принципы и общие положения механики жидкости и газа, применять физико-математический аппарат при разработке технологических процессов, включающих насосные установки и оборудование с гидро- и пневмоприводов
	Владеет: эффективными методами и средствами информационных технологий по расчету трубопроводных сетей и гидравлических машин для перемещения жидкостей и газов, регулированию работы гидравлических машин и систем гидравлического и пневматического привода, навыками выполнения гидродинамических экспериментов и испытания гидравлических машин
ИД2 <sub>опк-4</sub> – Применяет знания основ гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем	Знает: устройство и принцип работы гидравлических машин, устройств и аппаратов, методы проектирования насосных установок для расчетов
	Умеет: составлять гидравлические схемы производственных объектов, применять типовые схемы использования гидро- и пневмоаппаратов, регулировать работу насоса на сеть
	Владеет: применения теоретических положений механики жидкости и газа к решению практических задач в области прикладной механики, навыками выполнения гидродинамических экспериментов и испытания гидравлических машин

## 2 Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Разделы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции и (или ее части)	Оценочные материалы		Технология/процедура оценивания (способ контроля)
			наименование	№№ заданий	
1	Введение	ОПК-4	Тест (Банк тестовых заданий)	1	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету)	34-37	Контроль преподавателем
2	Гидравлические процессы транспортирования технологических сред	ОПК-4	Тест (Банк тестовых заданий)	2-5,20	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)	38-43	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	26	Контроль преподавателем
3	Гидромеханические процессы и оборудование для их реализации	ОПК-4	Тест (Банк тестовых заданий)	6-12,21	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)	44-53	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	27-29	Контроль преподавателем
4	Тепловые процессы и аппараты	ОПК-4	Тест (Банк тестовых заданий)	13-14,22	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)	54-60	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	30-31	Контроль преподавателем
5	Массообменные процессы и аппараты	ОПК-4	Тест (Банк тестовых заданий)	15-19,23-25	Бланочное или компьютерное тестирование
			Собеседование (вопросы к зачету, к лабораторным работам)	61-74	Контроль преподавателем
			Кейс-задание	33-32	Контроль преподавателем

### 3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования, и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

Каждый вариант теста включает 20 контрольных заданий, из них:

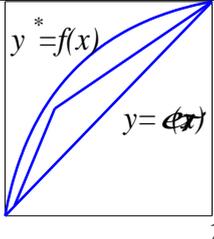
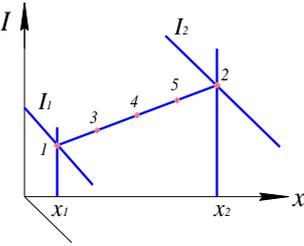
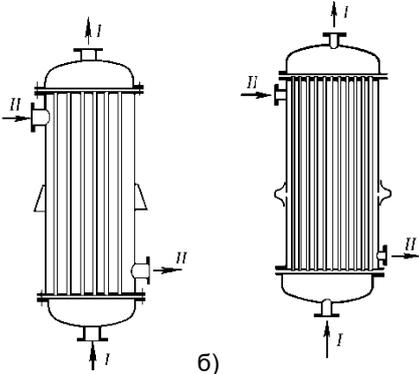
- 9 контрольных заданий на проверку знаний;
- 9 контрольных заданий на проверку умений;
- 2 контрольных заданий на проверку навыков.

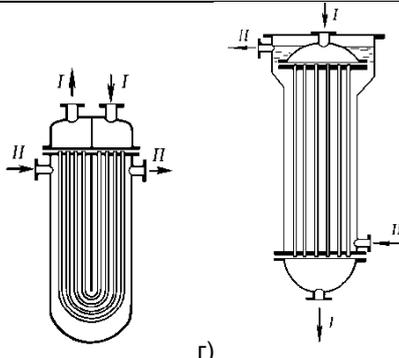
#### 3.1 Тесты (банк тестовых заданий)

##### 3.1.1 ОПК-4 Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

№ задания	Тестовое задание
<b>А (на выбор одного правильного ответа)</b>	
1	Сущность гипотезы сплошности заключается в том, что жидкость рассматривается как 1) среда, имеющая разрывы и пустоты 2) сложная среда с растворенными газами, веществами, имеющая разрывы и пустоты 3) неподвижное твердое или жидкое тело, при определенной температуре и давлении 4) <b>континуум, непрерывная сплошная среда</b>
2	В открытом сосуде находится жидкость с плотностью $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ . Манометр, присоединенный в некоторой точке сосуда, показывает давление $p = 5 \cdot 10^4 \text{ Па}$ . На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре? 1) 1,5 м 2) 0,5 м 3) 15 м 4) <b>5 м</b>
3	Найти критическую скорость в прямой круглой трубе $d = 0,020 \text{ м}$ для воздуха, если его динамический коэффициент вязкости и плотность соответственно равны $\mu = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Па}\cdot\text{с}$ , $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$ . 1) 8,3 м/с 2) <b>1,9 м/с</b> 3) 3,3 м/с 4) 2,3 м/с
4	Какой закон механики выражает уравнение Бернулли? 1) Закон сохранения количества движения 2) Второй закон Ньютона 3) <b>Закон сохранения энергии</b> 4) Закон сохранения материи
5	Насос подает масло с расходом 2 л/с на высоту 60 м. Потери напора составляют 42 м. Оба резервуара открыты, КПД насоса равен 0,6. Плотность масла $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ . Чему равна мощность на валу насоса? 1) 30 кВт 2) <b>3 кВт</b> 3) 1,77 кВт 4) 1,24 кВт
6	Скорость осаждения при ламинарном режиме рассчитывается по формуле: а) $\xi \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{\rho_w^2}{2}$ ; б) $\frac{gd^3(\rho_m - \rho)\rho}{\mu^2}$ ; в) $\frac{gd^2(\rho_m - \rho)}{18\mu}$ ; г) $\sqrt{\frac{4(\rho_m - \rho)gd}{3\xi\rho}}$ .
7	Основной расчетной геометрической характеристикой отстойника является а) высота отстойника; б) длина отстойника; в) <b>площадь поверхности отстойника в плане;</b> г) верный ответ не указан.

8	<p>Уравнение для гидравлического сопротивления неподвижного зернистого слоя,  где <math>l</math> – высота зернистого слоя;  <math>d_s</math> – эквивалентный диаметр каналов;  <math>w</math> – скорость;  <math>\lambda</math> – коэффициент сопротивления;  <math>\rho</math> – плотность.</p> <p>а) <math>\frac{133}{Re} + 2,3</math>;</p> <p>б) <math>\lambda \frac{l \rho w^2}{d_s^2}</math>;</p> <p>в) <math>\lambda \frac{\rho w^2}{2}</math>;</p> <p>г) <math>\lambda \frac{l \rho w}{d_s^2}</math>.</p>
9	<p>Правильная запись основного дифференциального уравнения фильтрования, если  <math>\Delta P</math> – разность давлений,  <math>R_{oc}, R_{\phi}</math> – сопротивления осадка и фильтровальной перегородки,  <math>V</math> – объем фильтрата,  <math>S</math> – площадь поверхности фильтрования,  <math>\tau</math> – продолжительности фильтрования.</p> <p>а) <math>\Delta P = \mu(R_{oc} + R_{\phi}) \frac{dV}{d\tau}</math>;      б) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} - R_{\phi})}</math>;</p> <p>в) <math>\frac{dV}{d\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}</math>;      г) <math>\frac{dV}{Sd\tau} = \frac{\Delta P}{\mu(R_{oc} + R_{\phi})}</math>.</p>
10	<p>Критерий Рейнольдса для процессов перемешивания равен:</p> <p>а) <math>K_N \rho n^3 d^5</math>;      б) <math>\frac{\rho n d^2}{\mu}</math>;      в) <math>\frac{\Delta p}{\rho (nd)^2}</math>;      г) <math>\frac{nd}{g}</math>.</p>
11	<p>Мощность, потребляемую мешалкой при установившемся режиме, рассчитывают по формуле:</p> <p>1) <math>\frac{\rho n d^2}{\mu}</math>;      2) <math>K_N \cdot \rho n^3 d^5</math>;      3) <math>\frac{K_N \cdot \rho n^3 d^5}{\eta}</math>.</p>
12	<p>Основным технологическим показателем фильтровальных перегородок являются</p> <p>а) площадь;  б) толщина;  в) <b>задерживающая способность</b>;  г) внешний вид</p>
13	<p>Накипь на стенках теплообменного аппарата необходимо удалять, так как</p> <p>а) <b>отложение осадка на трубах уменьшает коэффициент теплопередачи</b>;  б) накипь уменьшает сечение труб и увеличивает гидродинамическое сопротивление движению раствора;  в) отложение осадка снижает коэффициент теплоотдачи;  г) отложение осадка не влияет на теплопередачу.</p>
14	<p>Наличие в паре небольших примесей воздуха и неконденсирующихся газов</p> <p>а) повышает коэффициент теплоотдачи;  б) не влияет на коэффициент теплоотдачи;  в) <b>резко снижает коэффициент теплоотдачи</b>;  г) увеличивает <math>\Delta t = t_{нас} - t_{см}</math>.</p>
15	<p>Укажите правильную запись числа единиц переноса массы при абсорбции</p> <p>а) <math>K_y F \Delta Y_{cp}</math>;</p> <p>б) <math>\frac{\Delta y_{\delta} - \Delta y_M}{2,3 l g \frac{\Delta y_{\delta}}{\Delta y_M}}</math>;</p> <p>в) <math>\frac{y_H - y_K}{\Delta y_{cp}}</math>;</p> <p>г) <math>G(y_H - y_K)</math>.</p>
16	<p>Состав пара, удаляющегося из ректификационной колонны в дефлегматор, равен составу</p> <p>а) кубового остатка;  б) исходной смеси;  в) <b>дистиллята</b>.</p>
17	<p>Диаграмма соответствует процессу</p>

	 <p>а) абсорбция;  <b>б) ректификация;</b>  в) перегонка</p>
18	<p>Смешивается <math>G_1</math> кг воздуха с параметрам <math>l_1, x_1</math> и <math>G_2</math> кг воздуха с параметрами <math>l_2, x_2</math>. Отношение <math>G_1/G_2 = 3</math>. Укажите номер точки смеси на <math>l-x</math> диаграмме</p>  <p>а) 1;  б) 2;  <b>в) 3;</b>  г) 4;  д) 5.</p>
19	<p>Если парциальное давление пара над поверхностью материала превышает его парциальное давление в газе, то:</p> <p>а) будет равновесие;  <b>б) идет сушка;</b>  в) идет увлажнение;  г) идет сорбция</p>
<b>Б (на выбор нескольких правильных)</b>	
20	<p>Насос для работы на сеть подбирают по</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>заданной подаче;</b></li> <li>2) <b>требуемому напору;</b></li> <li>3) полезной мощности;</li> <li>4) максимальному КПД.</li> </ol>
21	<p>При переходе зернистого слоя в псевдоожиженное состояние увеличивается</p> <p>а) <b>порозность;</b>  <b>б) высота слоя;</b>  в) гидравлическое сопротивление</p>
22	<p>Компенсация температурных удлинений предусмотрена в теплообменниках</p>  <p>а)                      б)</p>

	 <p>в)                      г)</p> <p>б, в, г</p>
23	Колонные тарельчатые аппараты могут работать в гидродинамических режимах: а) <b>пузырьковым</b> ; б) пленочном; в) подвисяния; г) <b>пенном</b> ; д) <b>струйном</b> ; е) эмульгирования
24	Насадочные колонны могут работать в гидродинамических режимах: а) пузырьковым; б) <b>пленочном</b> ; в) <b>подвисяния</b> ; г) пенном; д) струйном; е) <b>эмульгирования</b>
25	Какие сушилки наиболее целесообразны для сушки сыпучих материалов? Для сушки материалов используют сушилки: 1) <b>барабанные</b> ; 2) вальцовые; 3) <b>ленточные</b> ; 4) с кипящим слоем;

### 3.2 Кейс – задания

#### 3.2.1 ОПК-4- Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

**Задание:** Дать развернутые ответы на следующие ситуационные задания

Номер вопроса	Текст задания
26	<b>Ситуация.</b> В цехе, где вы работаете, необходимо увеличить производительность. Центробежный насос подает сырье в количестве 20 м <sup>3</sup> /ч, создавая напор 50 м. Полный КПД насоса $\eta = 0,8$ . <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности насоса
	<b>Ответ:</b> Производительность насоса – количество жидкости, подаваемое насосом в напорные трубопровод в единицу времени. Для увеличения производительности насоса можно: 1. Увеличить число оборотов рабочего колеса насоса, исходя из законов пропорциональности $Q_1/Q_2 = n_1/n_2$ . 2. Снизить гидравлическое сопротивление в напорном трубопроводе. Для этого открыть полностью задвижку на напорном трубопроводе, увеличить диаметр напорного трубопровода, однако диаметр напорного трубопровода должен быть меньше диаметра всасывающего трубопровода. 3. Подключить два насоса параллельно.
27	<b>Ситуация.</b> Вы работаете мастером на очистных сооружениях, необходимо провести реконструкцию с целью увеличения производительности отстойников. <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности отстойников
	<b>Ответ:</b> Производительность отстойника зависит от скорости осаждения и площади отстойника. Для увеличения производительности отстойника можно: 1. Увеличить размер осаждаемых частиц, добавляя растворы ПАВ. Чем крупнее частицы, тем больше их скорость осаждения. 2. Перед отстойником суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды. Скорость осаждения обратно пропорциональна вязкости. 3. Для увеличения поверхности осаждения установить многоярусные отстойники.
28	<b>Ситуация.</b> Вы работаете на станции фильтрования сахарного завода, необходимо увеличить скорость фильтрования с целью повышения производительности (фильтрование ведется при постоянном перепаде давления). <b>Задание.</b> Предложить мероприятия по увеличению производительности фильтров
	<b>Ответ:</b> Повысить производительность фильтра можно, увеличив поверхность фильтрования и скорость фильтрования. Для увеличения скорости фильтрования надо: 1. Увеличить движущую силу процесса ( $\Delta P$ – перепад давлений на фильтровальной перегородке) либо повышая избыточное давление над фильтровальной перегородкой, либо создавая вакуум под ней.

	<p>2. Перед фильтром суспензию надо подогреть для снижения вязкости среды.</p> <p>3. Осадок необходимо удалять с фильтровальной перегородки для снижения сопротивления.</p> <p>4. Использовать фильтровальную перегородку с меньшим сопротивлением.</p>
29	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе. Процесс перемешивания сахарного раствора имеет низкую интенсивность.</p> <p><b>Задание:</b> Предложить мероприятия по интенсификации процесса перемешивания сахаросодержащих растворов.</p>
	<p><b>Ответ:</b> Повысить интенсивность механического перемешивания сахаросодержащих растворов возможно следующими способами:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снизить вязкость перемешиваемого раствора, тем самым уменьшить сопротивление среды вращению мешалки. С этой целью используют аппараты с тепловой рубашкой.</li> <li>2. Увеличить скорость вращения мешалки. Для предотвращения образования воронки вокруг вала в аппарат помещают отражательные перегородки, которые, кроме того, способствуют возникновению дополнительных вихрей и увеличению турбулентности.</li> <li>3. С целью увеличения турбулентности среды при перемешивании используют многоядные мешалки (лопастные, турбинные).</li> <li>4. Для улучшения перемешивания больших объемов в сосудах с пропеллерными мешалками устанавливают диффузоры.</li> </ol>
30	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на сахарном заводе, для подогрева жомопресованной воды перед поступлением в отстойник используется вертикальный кожухотрубчатый теплообменник. За 5 мин вода должна нагреваться от 35 до 85 °С. Сейчас за пять минут вода нагревается от 35 до 60 °С.</p> <p><b>Задание:</b> Установить причину данного происшествия и предложить ряд мероприятий по предотвращению подобных ситуаций.</p>
	<p><b>Ответ:</b> Жомопрессовая вода не нагревается до заданной температуры в кожухотрубчатом теплообменнике по следующим причинам:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поверхность теплообмена загрязнена. Необходимо очистить поверхность от загрязнений и снизить термическое сопротивление стенки.</li> <li>2. Низкая скорость движения воды в трубках. Следует увеличить расход воды или установить перегородки в крышке или днище теплообменника.</li> <li>3. Низкое давление и температура пара в межтрубном пространстве теплообменника. Для увеличения коэффициента теплоотдачи в межтрубном пространстве повысить давление пара и удалить неконденсирующиеся газы (воздух).</li> </ol>
31	<p><b>Ситуация.</b> В цехе работает (по прямоточной схеме) воздухоподогреватель, в котором нагревается воздух от температуры <math>t_1' = 20\text{ °C}</math> до <math>t_2' = 210\text{ °C}</math> горячими газами, которые охлаждаются от температуры <math>t_1 = 410\text{ °C}</math> до температуры <math>t_2 = 250\text{ °C}</math>.</p> <p><b>Задание.</b> Определить средний температурный напор между воздухом и газом и предложить мероприятия по его увеличению.</p>
	<p><b>Ответ:</b> Средний температурный напор между газом и воздухом при прямотоке</p> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{ccc}  410\text{°C} &amp; \text{газ} &amp; 250\text{°C} \\  \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} &amp; &amp; \\  20\text{°C} &amp; \text{воздух} &amp; 210\text{°C} \\  \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} &amp; &amp;   \end{array}  </math> </div> $\Delta t_{\bar{o}} = 410 - 20 = 390\text{ °C}$ $\Delta t_m = 250 - 210 = 40\text{ °C}$ $\frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_m} = \frac{390}{40} = 9,75 > 2$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} - \Delta t_m}{\ln \frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_m}} = \frac{390 - 40}{\ln 9,75} = 153,7\text{ °C}$ <p>Средний температурный напор между газом и воздухом при противотоке</p> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{ccc}  410\text{°C} &amp; \text{газ} &amp; 250\text{°C} \\  \xrightarrow{\hspace{1.5cm}} &amp; &amp; \\  210\text{°C} &amp; \text{воздух} &amp; 20\text{°C} \\  \xleftarrow{\hspace{1.5cm}} &amp; &amp;   \end{array}  </math> </div> $\Delta t_{\bar{o}} = 250 - 20 = 230\text{ °C}$ $\Delta t_m = 410 - 210 = 200\text{ °C}$ $\frac{\Delta t_{\bar{o}}}{\Delta t_m} = \frac{230}{200} = 1,15 < 2$ $\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{o}} + \Delta t_m}{2} = \frac{230 + 200}{2} = 215\text{ °C}$ <p>Т.к. <math>\Delta t_{cp}</math> при противотоке больше, чем при прямотоке, следовательно противоточная схема движения теплоносителей более эффективна. Необходимо изменить направление движения одного из теплоносителей.</p>
32	<p><b>Ситуация.</b> Вы работаете на предприятии по производству азотной кислоты оператором абсорбционной колонны. Перед Вами поставлена задача интенсифицировать процесс.</p>

	<b>Задание.</b> Предложите мероприятия по интенсификации процесса абсорбции аммиака водой.
	<b>Ответ:</b> Для интенсификации процесса абсорбции аммиака водой возможно провести следующие мероприятия: 1. Снизить температуру воды. 2. Повысить парциальное давление аммиака в газовой смеси. 3. обеспечить наиболее эффективный гидродинамический режим работы абсорбера для создания развитой поверхности контакта фаз между водой и аммиаком (зависит от скорости газа в аппарате).
33	<b>Ситуация.</b> Выработаете главным инженером на хлебоприемном пункте. Вам поручили приобрести новую зерносушильную установку. <b>Задание:</b> Подобрать возможные конструкции сушилок, пояснить их достоинства и недостатки.
	<b>Ответ:</b> Для высушивания зерновых материалов возможно использование барабанных сушилок и сушилок с кипящим (псевдооживленным) слоем. Достоинства указанных сушилок: 1. Интенсивная и равномерная сушка вследствие развитой поверхности контакта материала и сушильного агента (воздуха). 2. Большое напряжение по влаге. 3. Компактность установки. 4. В сушилках с кипящим слоем возможна сушка при высоких температурах вследствие кратковременности контакта. 5. Высокая степень использования тепла сушильного агента. Недостатки таких сушилок: 1. Истирание и значительный унос мелких частиц. 2. Высокое гидравлическое сопротивление в сушилках с кипящим слоем. 3. Сушилки с кипящим слоем непригодны для сушки материала с большим размером частиц.

### 3.3 Собеседование (вопросы к зачетам, защите лабораторных работ)

#### 3.3.1 ОПК-4- Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Номер вопроса	Текст вопроса
34	Предмет и задачи курса «Технологические процессы и производства». Современные задачи пищевой и химической промышленности.
35	Классификация основных технологических процессов.
36	Общие принципы анализа и расчета процессов и оборудования: материальный и энергетический балансы, интенсивность, эффективность, скорость, движущая сила процесса, сопротивление переносу.
37	Меры по улучшению качества технологических процессов.
38	Жидкие технологические среды, как объект исследования.
39	Характеристики движения жидкости. Математическое описание движения и равновесия.
40	Уравнения энергии. Потери энергии.
41	Гидравлические машины. Основные характеристики и параметры.
42	Способы управления качеством процессов транспортирования жидких технологических сред.
43	Способы регулирования работы гидравлических машин с целью изготовления продукции в заданном количестве и заданного качества.
44	Роль гидромеханических процессов в пищевой и химической технологиях. Классификация технологических систем. Классификация технологических процессов.
45	Течение жидкости через зернистые и пористые слои. Математическое описание процесса.
46	Гидродинамика псевдооживленного слоя. Меры по улучшению качества процесса: интенсификация и повышение эффективности псевдооживления.
47	Физическая сущность процесса осаждения. Математическое описание процесса. Интенсивность осаждения при различных гидродинамических режимах.
48	Меры по улучшению качества осаждения: способы интенсификации процесса; Способы устранения брака конечных продуктов процесса осаждения.
49	Разделение жидких неоднородных систем в поле центробежных сил. Математическое описание процесса. Расчет фактора разделения. Время и скорость центробежного разделения.
50	Коэффициент эффективности. Меры по улучшению качества центрифугирования: способы интенсификации процесса центрифугирования; способы устранения брака конечных продуктов процесса.
51	Фильтрация. Физическая сущность процесса. Движущая сила, сопротивление и интенсивность процесса. Математическое описание фильтрации.
52	Режимы постоянного перепада давления и постоянной скорости процесса. Меры по улучшению качества фильтрации: способы интенсификации процесса; способы устранения брака конечных продуктов процесса.
53	Перемешивание в жидких средах. Виды перемешивания. Интенсивность и эффективность перемешивания. Механическое перемешивание. Энергосбережение при перемешивании.
54	Значение процессов теплообмена в химической и пищевой промышленности. Виды переноса тепла, их характеристики. Основы теплопередачи. Математическое описание процессов теплообмена.
55	Критериальное уравнение теплоотдачи. Теплопередача. Связь между коэффициентом теплопередачи и коэффициентами теплоотдачи.
56	Схемы движения теплоносителей. Определение средней движущей силы процесса теплопередачи.
57	Промышленные способы подвода и отвода теплоты в технологической аппаратуре. Меры по улучшению

	качества: способы корректировки технологических параметров тепловых процессов.
58	Выпаривание. Физическая сущность процесса. Методы проведения выпаривания. Однокорпусные и многокорпусные выпарные установки.
59	Материальный и тепловой балансы выпаривания. Общая и полезная разность температур. Определение расхода греющего пара и поверхности теплообмена. Преимущества многократного выпаривания.
60	Меры по улучшению качества выпаривания: экономически целесообразное число корпусов выпарной установки; способы корректировки технологических параметров выпаривания с целью получения продукта с заданными свойствами.
61	Общие сведения о массообменных процессах. Классификация и их общая характеристика. Основы массопередачи со свободной границей раздела фаз газ (пар) - жидкость, жидкость - жидкость. Молекулярный и конвективный массоперенос. Уравнение массоотдачи. Критерии диффузионного подобия.
62	Критериальное уравнение массоотдачи. Выражение коэффициента массопередачи через коэффициенты массоотдачи. Средняя движущая сила процессов массопередачи. Расчет массообменных аппаратов.
63	Абсорбция. Общие сведения о процессе и области его практического применения. Материальный баланс процесса. Уравнение линий рабочих концентраций. Минимальный и оптимальный расходы абсорбента.
64	Меры по улучшению качества процесса абсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов абсорбции. Способы интенсификации процесса абсорбции. Возможные причины брака продуктов абсорбции и способы их устранения. Конструкции абсорберов.
65	Перегонка жидкостей. Простая перегонка и ректификация. Равновесие в системе пар - жидкость. Закон Рауля. Уравнение линии равновесия.
66	Схема установки непрерывной ректификации. Материальный баланс непрерывной ректификации бинарных смесей. Уравнение линий рабочих концентраций укрепляющей и исчерпывающей частей ректификационной колонны.
67	Меры по улучшению качества процесса ректификации. Показатели, влияющие на качество и количество ректификата. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака ректификата и способы их устранения. Типы ректификационных колонн.
68	Массообмен между жидкостью (газом или паром) и твердым телом. Массоперенос в твердой фазе. Массоперенос во внешней фазе. Основные характеристики пористых тел.
69	Адсорбция. Адсорбенты. Условия десорбции. Материальный баланс процесса. Принципиальные схемы адсорбционных процессов. Адсорбционная аппаратура.
70	Меры по улучшению качества процесса адсорбции. Показатели, влияющие на качество и количество продуктов адсорбции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака продуктов адсорбции и способы их устранения.
71	Сушка. Общие сведения. Конвективная сушка влажных материалов. Физические свойства влажного воздуха. Диаграмма I - x. Материальные балансы сушильных установок.
72	Расход теплоносителей. Тепловые балансы сушильных установок. Теоретическая и действительная сушилка.
73	Основы кинетики процесса конвективной сушки: свойства влажных материалов, кинетическая кривая конвективной сушки, определение продолжительности первого периода сушки, определение продолжительности второго периода сушки.
74	Меры совершенствования процесса сушки. Показатели, влияющие на качество и количество выпускаемой продукции. Способы интенсификации процесса. Возможные причины брака высушенного материала и способы их устранения.

#### **4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых, экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.1.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости.

**5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине**

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценивания	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
<b>ОПК-4- Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах</b> <b>ИД1<sub>опк-4</sub> - Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа</b>					
<b>Знать</b> законы механики жидкости и газа, физическую сущность явлений, происходящих в средах при реализации гидравлических процессов	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание законов механики жидкости и газа, физическую сущность явлений, происходящих в средах при реализации гидравлических процессов	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь</b> использовать на практике основные принципы и общие положения механики жидкости и газа, применять физико-математический аппарат при разработке технологических процессов, включающих насосные установки и оборудование с гидро- и пневмоприводов	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение использовать на практике основные принципы и общие положения механики жидкости и газа, применять физико-математический аппарат при разработке технологических процессов, включающих насосные установки и оборудование с гидро- и пневмоприводов	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть</b> эффективными методами и средствами информационных технологий по расчету трубопроводных сетей и гидравлических машин для перемещения жидкостей и газов, регулированию работы гидравлических машин и систем гидравлического и пневматического привода, навыками выполнения	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)

<i>гидродинамических экспериментов и испытания гидравлических машин</i>					
<b>ОПК-4- Способен использовать фундаментальные законы природы и основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>					
<b>ИД2<sub>ОПК-4</sub>- Применяет знания основ гидродинамики для расчетов теплотехнических установок и систем</b>					
<b>Знать устройство и принцип работы гидравлических машин, устройств и аппаратов, методы проектирования насосных установок для расчетов</b>	Тест	Результат тестирования	60% и более правильных ответов	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			менее 60% правильных ответов	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
	Собеседование (зачет)	Знание устройство и принцип работы гидравлических машин, устройств и аппаратов, методы проектирования насосных установок для расчетов	обучающийся решил или предложил вариант решения кейс-задания, ответил не на все вопросы, но в тех, на которые дал ответ, не допустил ошибки	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся не предложил вариантов решения кейс-задания, в ответе допустил более пяти ошибок	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Уметь составлять гидравлические схемы производственных объектов, применять типовые схемы использования гидро- и пневмоаппаратов, регулировать работу насоса на сеть</b>	Собеседование (защита лабораторной работы)	Умение составлять гидравлические схемы производственных объектов, применять типовые схемы использования гидро- и пневмоаппаратов, регулировать работу насоса на сеть	обучающийся активно участвовал в выполнении работы, получил и обработал результаты эксперимента, проанализировал их, допустил не более 5 ошибок в ответах на вопросы при защите лабораторной работы	Зачтено	Освоена (базовый, повышенный)
			обучающийся выполнял роль наблюдателя при выполнении работы, не внес вклада в обработку результатов эксперимента, не защитил лабораторную работу	Не зачтено	Не освоена (недостаточный)
<b>Владеть применением теоретических положений механики жидкости и газа к решению практических задач в области прикладной механики, навыками выполнения гидродинамических экспериментов и испытания гидравлических машин</b>	Кейс-задание	Содержание решения	обучающийся грамотно разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил несколько альтернативных вариантов выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в ситуации, выявил причины случившейся ситуации, предложил один вариант выхода из сложившейся ситуации	зачтено	Освоена (повышенный)
			обучающийся разобрался в сложившейся ситуации, однако не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	зачтено	Освоена (базовый)
			обучающийся не разобрался в сложившейся ситуации, не выявил причины случившегося и не предложил вариантов решения	не зачтено	Не освоена (недостаточный)