

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Комарова Светлана Юрьевна

Должность: Проректор по образовательной деятельности

Дата подписания: 28.11.2023 07:55:57

Уникальный программный ключ:

43ba42f5deae4116bbfcb9ac98e39108031227e81add207cbee4149f7098d7a

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А.Столыпина»  
Факультет агрохимии, почвоведения, экологии, природообустройства и  
водопользования**

-----  
**ОПОП по направлению 20.03.01 Техносферная безопасность**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**по освоению учебной дисциплины**  
**Б1.О.29 Гидрогазодинамика**  
**Направленность (профиль) «Безопасность жизнедеятельности в техносфере»**

Обеспечивающая преподавание дисциплины кафедра

-

Природообустройства, водопользования и охраны  
водных ресурсов

Разработчик,  
Ст. преп.

П.С. Ткачев

Омск 2021

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Место учебной дисциплины в подготовке	4
2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины	7
2.1. Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины	7
2.2. Содержание дисциплины по разделам	7
3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося, условия допуска к экзамену	8
3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося	8
3.2. Условия допуска к экзамену по дисциплине	9
4. Лекционные занятия	9
5. Практические занятия по курсу и подготовка обучающегося к ним	9
6. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины	10
7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС	11
7.1. Рекомендации по написанию рефератов	15
7.1.1. Шкала и критерии оценивания	17
7.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем	17
7.2.1. Шкала и критерии оценивания	18
8. Текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы обучающегося	18
8.1. Вопросы для входного контроля	18
8.2. Текущий контроль успеваемости	19
8.2.1. Шкала и критерии оценивания	23
9. Промежуточная (семестровая) аттестация	24
9.1. Нормативная база проведения промежуточной аттестации по результатам изучения дисциплины	24
9.2. Основные характеристики промежуточной аттестации по итогам изучения дисциплины для экзамена	24
9.3. Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины	25
9.3.1. Шкала и критерии оценивания	28
9.4. Перечень примерных вопросов к экзамену	28
10. Учебно-информационные источники для изучения дисциплины	31
Приложение 1 Форма титульного листа индивидуального задания	32

## **ВВЕДЕНИЕ**

1. Настоящее издание является основным организационно-методическим документом учебно-методического комплекса по дисциплине в составе основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО). Оно предназначено стать для них методической основой по освоению данной дисциплины.

2. Содержательной основой для разработки настоящих методических указаний послужила Рабочая программа дисциплины, утвержденная в установленном порядке.

3. Методические аспекты развиты в учебно-методической литературе и других разработках, входящих в состав УМК по данной дисциплине.

4. Доступ обучающихся к электронной версии Методических указаний по изучению дисциплины, обеспечен в информационно-образовательной среде университета.

При этом в электронную версию могут быть внесены текущие изменения и дополнения, направленные на повышение качества настоящих методических указаний.

### **Уважаемые обучающиеся!**

Приступая к изучению новой для Вас учебной дисциплины, начните с вдумчивого прочтения разработанных для Вас кафедрой специальных методических указаний. Это поможет Вам вовремя понять и правильно оценить ее роль в Вашем образовании.

Ознакомившись с организационными требованиями кафедры по этой дисциплине и соизмерив с ними свои силы, Вы сможете сделать осознанный выбор собственной тактики и стратегии учебной деятельности, уберечь самих себя от неразумных решений по отношению к ней в начале семестра, а не тогда, когда уже станет поздно. Используя эти указания, Вы без дополнительных осложнений подойдете к промежуточной аттестации по этой дисциплине. Успешность аттестации зависит, прежде всего, от Вас. Ее залог – ритмичная, целенаправленная, вдумчивая учебная работа, в целях обеспечения которой и разработаны эти методические указания.

## 1. Место учебной дисциплины в подготовке выпускника

Учебная дисциплина относится к дисциплинам ОПОП университета, состав которых определяется вузом и требованиями ФГОС.

**Цель дисциплины** – изучение законов равновесия и движения жидкостей и газов, и способы применения этих законов при решении практических инженерных задач.

### **В ходе освоения дисциплины обучающийся должен:**

иметь целостное представление о законах равновесия и движения жидкостей, приобретение студентами навыков расчета сил, действующих на стенки резервуаров, гидравлического расчета трубопроводов различного назначения для стационарных и нестационарных режимов течения жидкостей, задач борьбы с осложнениями и авариями, которые могут возникнуть в гидродинамических системах;

**владеть:** навыками математического анализа и моделирования гидродинамических процессов, навыками проведения экспериментальной работы по заданной методике, обработки и анализа полученных результатов с привлечением соответствующего математического аппарата;

**знать:** основные понятия и законы равновесия и движения капельной жидкости и газа, физическую сущность изучаемых процессов, явлений и закономерностей; факторы, соответствующий физико-математический аппарат; методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении задач гидрогазодинамики;

**уметь:** применять основные законы и закономерности гидрогазодинамики при решении прямой и обратной задачи гидрогазодинамики, а также практических и теоретических задач связанных с преобразованием энергий газа и жидкости.

### 1.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в результате освоения учебной дисциплины:

Компетенции, в формировании которых задействована дисциплина		Код и наименование индикатора достижений компетенции	Компоненты компетенций, формируемые в рамках данной дисциплины (как ожидаемый результат ее освоения)		
код	наименование		знать и понимать	уметь делать (действовать)	владеть навыками (иметь навыки)
1			2	3	4
<b>Профессиональные компетенции</b>					
ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	ИД-1 ОПК-1 Находит решения типовых ситуаций по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей) на основе знаний современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности	Знает способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач в области защиты окружающей среды и обеспечения безопасности человека, реализуемые с помощью методов и средств измерений, испытаний и контроля.	Умеет учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Владеет способностью применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером, как средством управления информацией
		ИД-2 ОПК-2 Применяет при решении типовых ситуаций по	Знает современные тенденции развития техники и	Умеет применять измерительную и вычислительную технику, информационные	Владеет способностью учитывать современные тенденции развития

		обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей) современные информационные технологии, измерительную и вычислительную технику	технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	е технологии в своей профессиональной деятельности	техники технологии области обеспечения техносферной безопасности	И В
--	--	---	---	--	--	--------

1.2. Описание показателей, критериев и шкал оценивания и этапов формирования компетенций в рамках дисциплины

Индекс и название компетенции	Код индикатора достижений компетенции	Индикаторы компетенции	Показатель оценивания – знания, умения, навыки (владения)	Уровни сформированности компетенций				Формы и средства контроля формирования компетенций
				компетенция не сформирована	минимальный	средний	высокий	
				Оценки сформированности компетенций				
				Не зачтено		Зачтено		
				Характеристика сформированности компетенции				
			Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений и навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач	1. Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач. 2. Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач. 3. Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.				
<b>Критерии оценивания</b>								
ОПК-1	ИД-1 <sub>ОПК-1</sub> Находит решения типовых ситуаций по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей) на основе знаний современных тенденций развития техники и технологий в области техносферной безопасности	Полнота знаний	Знает способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач в области защиты окружающей среды и обеспечения безопасности человека, реализуемые с помощью методов и средств измерений, испытаний и контроля	Не знает способы и методы решения экспериментальных и теоретических задач в области защиты окружающей среды и обеспечения безопасности человека, реализуемые с помощью методов и средств измерений, испытаний и контроля	1. Имеющихся знаний, в минимальном объеме достаточно для решения экспериментальных и теоретических задач в области защиты окружающей среды и обеспечения безопасности человека. 2. Имеющихся знаний, в целом достаточно для решения стандартных экспериментальных и теоретических задач в области защиты окружающей среды и обеспечения безопасности человека. 3. Имеющихся знаний, в полной мере достаточно для решения сложных экспериментальных и теоретических задач в области защиты окружающей среды и обеспечения безопасности человека.	электронное тестирование, сдача РГР		
		Наличие умений	Умеет учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Не умеет учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	1. Имеющихся умений, в минимальном объеме достаточно для решения современных тенденций развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности. 2. Имеющихся умений, в целом достаточно для решения стандартных современных тенденций развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности. 3. Имеющихся умений, в полной мере достаточно для решения сложных современных тенденций развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности.			

		Наличие навыков (владение опытом)	Владеет способностью применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией	Не владеет способностью применять основные методы, способы и средства получения, хранения, переработки информации, иметь навыки работы с компьютером как средством управления информацией	1. Имеющихся навыков в целом достаточно для получения, хранения, переработки информации. 2. Имеющихся навыков и мотивации в целом достаточно для получения, хранения, переработки информации. 3. Имеющихся навыков и мотивации в полной мере достаточно для получения, хранения, переработки информации.	
ИД-2 Опк-2 Применяет при решении типовых ситуаций по обеспечению безопасности человека в среде обитания (производственной, окружающей) современные информационные технологии, измерительную и вычислительную технику	Полнота знаний	Знает современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	Не знает современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	1. Имеющихся знаний, в целом достаточно для решения современных тенденций развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности. 2. Имеющихся знаний, в целом достаточно для решения современных тенденций развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности. 3. Имеющихся знаний, в полной мере достаточно для решения сложных современных тенденций развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности.	электронное тестирование, сдача РГР	
	Наличие умений	Умеет применять измерительную и вычислительную технику, информационные технологии в своей профессиональной деятельности	Не умеет применять измерительную и вычислительную технику, информационные технологии в своей профессиональной деятельности	1. Имеющихся умений, в целом достаточно для применения измерительной и вычислительной техники для решения практических (профессиональных) задач. 2. Имеющихся умений, в целом достаточно для применения измерительной и вычислительной техники для решения практических (профессиональных) задач. 3. Имеющихся умений, в полной мере достаточно для применения измерительной и вычислительной техники для решения практических (профессиональных) задач.		
	Наличие навыков (владение опытом)	Владеет способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техносферной безопасности	Не владеет способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологии в области обеспечения техносферной безопасности	1. Имеющихся навыков в целом достаточно для учета современных тенденции развития техники и технологии при решении практических задач. 2. Имеющихся навыков и мотивации в целом достаточно для учета современных тенденции развития техники и технологии при решении практических задач. 3. Имеющихся навыков и мотивации в полной мере достаточно для учета современных тенденции развития техники и технологии при решении практических задач.		

## 2. Структура учебной работы, содержание и трудоёмкость основных элементов дисциплины

### 2.1 Организационная структура, трудоёмкость и план изучения дисциплины

Реализация дисциплины по очно-заочной форме обучения осуществляется с частичным применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Вид учебной работы	Трудоёмкость, час в ауд./ с применением ЭО, ДОТ, час			
	Семестр 4, курс 2*			
	очно-заочная		заочная форма	
	4 сем.	сем.	2 курса	курса
<b>1. Контактная работа</b>	24		12	
<b>1.1 Аудиторные занятия, всего</b>	<b>10 / 14</b>		<b>12</b>	
- лекции	2/ 10		6	
- практические занятия (включая семинары)	2 / 4		4	
- лабораторные работы	6 / -		2	
<b>1.2 Консультации</b>	-			
<b>2. Внеаудиторная академическая работа</b>	<b>84</b>		<b>92</b>	
<b>2.1 Фиксированные виды внеаудиторных самостоятельных работ:</b>				
Выполнение и сдача/защита индивидуального/группового задания в виде**				
- расчетно-графическая работа	20		20	
<b>2.2 Самостоятельное изучение тем/вопросов программы</b>	40		46	
<b>2.3 Самоподготовка к аудиторным занятиям</b>	20		22	
<b>2.4 Самоподготовка к участию и участие в контрольно-оценочных мероприятиях, проводимых в рамках текущего контроля освоения дисциплины (за исключением учтённых в пп. 2.1 – 2.2):</b>	4		4	
<b>3. Получение зачёта по итогам освоения дисциплины</b>	<b>+</b>		<b>4</b>	
<b>ОБЩАЯ трудоёмкость дисциплины:</b>	<b>Часы</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	
	<b>Зачетные единицы</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	

Примечание:

\* – **семестр** – для очной и очно-заочной формы обучения, **курс** – для заочной формы обучения;

\*\* – КР/КП, реферата/эссе/презентации, контрольной работы (для обучающихся заочной формы обучения), расчетно-графической (расчетно-аналитической) работы и др.;

### 2.2. Укрупнённая содержательная структура учебной дисциплины и общая схема её реализации в учебном процессе

Номер и наименование раздела дисциплины. Укрупненные темы раздела	Трудоёмкость раздела и ее распределение по видам учебной работы, час. в т.ч. с применением ЭО, ДОТ, час								Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	№№ компетенций, на формирование которых ориентирован раздел
	общая	Аудиторная работа/Онлайн-работа				ВАРС				
		всего	лекции	занятия		всего	Фиксированные виды			
				практические (всех форм)	лабораторные					
2	3	4	5	6	7	8	9	10		
<b>Очно-заочная форма обучения</b>										
1	Основы газодинамики.	22	- / 6	- / 4	- / 2	-	16	6	Расчетно-графическая работа. Итоговое тестирование	ОПК -1
	1.1 Тема: Основные теоретические положения.									
	1.2 Тема: Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера.									
	1.3 Тема: Элементы кинематики сплошной среды.									
	1.4 Тема: Основы динамики жидкости.									
2	Гидравлическое сопротивление потока вязкой жидкости.	35	8 / 2	2 / 2	2 / -	4 / -	25	5	Расчетно-графическая	ОПК -1



	2.1 Тема: Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении.								я работа. Итоговое тестирование	
	2.2 Тема: Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении.									
	2.3 Тема: Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери.									
3	Гидравлические напорные системы.	29	2 / 2	- / 2	-	2 / -	25	5	Расчетно-графическая работа. Итоговое тестирование	ОПК -1
	3.1 Тема: Основные понятия и определения. Гидравлический расчет напорных систем.									
	3.2 Тема: Гидравлический удар.									
	3.3 Тема: Истечение жидкости через отверстия и насадки.									
4	Некоторые сведения из прикладной газовой динамики.	22	- / 4	- / 2	- / 2	-	18	4	Расчетно-графическая работа. Итоговое тестирование	ОПК -1
	4.1 Тема: Основы газодинамики.									
	4.2 Тема: Одномерные потоки газа.									
	4.3 Тема: Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения.									
	Промежуточная аттестация	-	×	×	×	×		×	Зачет	
Итого по дисциплине		108	10 / 14	2 / 10	2 / 4	6 / -	84	20		
<b>Заочная форма обучения</b>										
1	Основы газодинамики.	34	4	2	2	-	30	8	Расчетно-графическая работа. Итоговое тестирование	ОПК -1
	1.1 Тема: Основные теоретические положения.									
	1.2 Тема: Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера.									
	1.3 Тема: Элементы кинематики сплошной среды.									
	1.4 Тема: Основы динамики жидкости.									
2	Гидравлическое сопротивление потока вязкой жидкости.	32	4	2	-	2	28	8	Расчетно-графическая работа. Итоговое тестирование	ОПК -1
	2.1 Тема: Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении.									
	2.2 Тема: Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении.									
	2.3 Тема: Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери.									
3	Гидравлические напорные системы.	38	4	2	2	-	34	4	Расчетно-графическая работа. Итоговое тестирование	ОПК -1
	3.1 Тема: Основные понятия и определения. Гидравлический расчет напорных систем.									
	3.2 Тема: Гидравлический удар.									
	3.3 Тема: Истечение жидкости через отверстия и насадки.									
	3.4 Тема: Основы газодинамики.									
	3.5 Тема: Одномерные потоки газа.									
	3.6 Тема: Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения.									
Промежуточная аттестация	4	×	×	×	×	×	×	Зачет		
Итого по дисциплине		108	12	6	4	2	92	20		

### 3. Общие организационные требования к учебной работе обучающегося

#### 3.1. Организация занятий и требования к учебной работе обучающегося

Организация занятий по дисциплине носит циклический характер. По трем разделам предусмотрена взаимоувязанная цепочка учебных работ: лекция – самостоятельная работа обучающихся (аудиторная и внеаудиторная). На занятиях студенческая группа получает задания и рекомендации. Для своевременной помощи обучающимся при изучении дисциплины кафедрой организуются индивидуальные и групповые консультации, устанавливается время приема выполненных работ.

Учитывая статус дисциплины к её изучению предъявляются следующие организационные требования:

- обязательное посещение обучающимся всех видов аудиторных занятий;
- ведение конспекта в ходе лекционных занятий;
- качественная самостоятельная подготовка к практическим занятиям, активная работа на них;
- активная, ритмичная самостоятельная аудиторная и внеаудиторная работа обучающегося в соответствии с планом-графиком, представленным в таблице 2.4; своевременная сдача преподавателю отчетных документов по аудиторным и внеаудиторным видам работ;
- в случае наличия пропущенных обучающимся занятий, необходимо получить консультацию по подготовке и оформлению отдельных видов заданий.

Для успешного освоения дисциплины, обучающемуся предлагаются учебно-информационные источники в виде учебной, учебно-методической литературы по всем разделам.

При реализации программы дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии. Применение ЭО и ДОТ при реализации дисциплины представлено в разделе 11.

### 4. Лекционные занятия

Для изучающих дисциплину читаются лекции в соответствии с планом, представленным в таблице 3.

Таблица 3 - Лекционный курс.

№		Тема лекции. Основные вопросы темы	Трудоемкость по разделу, час., в т.ч. с ЭО, ДОТ		Применяемые интерактивные формы обучения, в т.ч. виды онлайн-взаимодействия или средства ЭО		
			в ауд. / онлайн-работа		в аудитории	онлайн-работа	
раздела	лекции		очно-заочная форма	заочная форма			
1	2	3	4	5	6	7	
1	1	Тема: Основы газодинамики.	- / 4	2	Электронная презентация	Лекция-вебинар	
		1. Основные теоретические положения. Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера.					
		2. Элементы кинематики сплошной среды Основы динамики жидкости.					
2	2	Тема: Гидравлическое сопротивление потока вязкой жидкости.	2 / 2	2	Электронная презентация	Лекция-вебинар	
		1. Гидравлическое сопротивление потока вязкой жидкости. Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении.					
		2. Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении.					
3. Потери давления (напора) по длине потока и местные гидравлические потери.							
3	3	Тема: Гидравлические напорные системы.	- / 2	2	Электронная презентация	Лекция-вебинар	
		1. Основные понятия и определения. Гидравлический расчет напорных систем. Гидравлический удар.					
		2. Истечение жидкости через отверстия и насадки.					
4	4	Тема: Некоторые сведения из прикладной газовой динамики.	- / 2	-		Лекция-форум	
		1. Основы газодинамики. Одномерные потоки газа.					
		2. Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения.					
Общая трудоемкость лекционного курса			2 / 10	6	x		
Всего лекций по дисциплине:			час.	Из них в интерактивной форме:			час.

- очно-заочная форма обучения	2 / 10		- очно-заочная форма обучения	2 / 10
- заочная форма обучения	6		- заочная форма обучения	6
<b>Примечания:</b>				
- материально-техническое обеспечение лекционного курса – см. Приложение 6;				
- обеспечение лекционного курса учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.				

### 5. Практические занятия по дисциплине и подготовка к ним

4. Практические занятия по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице

Таблица 4 - Примерный тематический план практических занятий по разделам учебной дисциплины

№	Тема занятия / Примерные вопросы на обсуждение (для семинарских занятий)		Трудоемкость по разделу, час., в т.ч. с ЭО, ДОТ		Используемые интерактивные формы, в т.ч. виды онлайн- взаимодействия или средства ЭО **		Связь занятия с ВАРС*
			в ауд. / онлайн- работа		в аудитории	Онлайн- работа	
раздела (модуля)	занятия		очно- заочная форма	заочная форма			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	<b>Тема практического занятия:</b> Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера. 1. Решение задач на основные физические свойства жидкостей и газов.	- / 2	2	Электронная презентация	Занятие- комментарий	ОСП
	2	2. Решение задач на свойства гидростатического давления. Основное уравнение гидростатики. Закон Паскаля. Силы суммарного давления жидкости, действующего на плоские и криволинейные поверхности.					
2	3	<b>Тема практического занятия:</b> Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении.	2 / -		Электронная презентация		ОСП
		1. Решение задач на потери давления (напора) по длине потока и местные сопротивления. 2. Решение задач на расчет простых и сложных трубопроводов.					
3	4	<b>Тема практического занятия:</b> <b>Основные понятия и определения. Гидравлический расчет напорных систем.</b>		2	Электронная презентация		ОСП
		1. Решение задач на гидравлический расчет коротких и длинных трубопроводов. Расчет простого трубопровода. 2. Решение задач на расчет тупиковой и кольцевой сети трубопроводов. Методы и приборы для измерения расхода жидкости.					
4	5	<b>Тема практического занятия:</b> <b>Одномерные потоки газа.</b>	- / 2			Занятие- комментарий	ОСП
		1. Решение задач на расчет параметров потоков газа. 2. Решение задач на аэродинамический расчет трубопроводов для газов.					
Всего практических занятий по дисциплине, в т.ч. ЭО, ДОТ:			час.		Из них в интерактивной форме, в т.ч. ЭО, ДОТ:		час.
- очно-заочная форма обучения			2 / 4		- очно-заочная форма обучения		2 / 4

- заочная форма обучения	4		- заочная форма обучения	4
В том числе в форме семинарских занятий, в т.ч. ЭО, ДОТ				
- очно-заочная форма обучения	-			
- заочная форма обучения	-			
* Условные обозначения: ОСП – предусмотрена обязательная самоподготовка к занятию; УЗ СРС – на занятии выдается задание на конкретную ВАРС; ПР СРС – занятие содержательно базируется на результатах выполнения обучающимся конкретной ВАРС.				
** в т.ч. при использовании материалов МООК «Название», название ВУЗа-разработчика, название платформы и ссылка на курс (с указанием даты последнего обращения)				
Примечания: - материально-техническое обеспечение практических занятий – см. Приложение 6; - обеспечение практических занятий учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.				

Подготовка обучающихся к практическим занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На практических занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к практическим занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия.

Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

### ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

– оценка «зачтено» присваивается за качественное оформление практических занятий, правильные ответы на вопросы;

– оценка «не зачтено» по практическом занятии выставляется, если обучающийся не смог дать грамотный ответ на вопросы.

### 6. Лабораторные работы по дисциплине и подготовка к ним

Лабораторные работы по курсу проводятся в соответствии с планом, представленным в таблице 5.

Таблица 5 - Примерный тематический план лабораторных занятий по разделам учебной дисциплины

№	Тема лабораторной работы		Трудоемкость ЛР, час аудит. / с применением ЭО, ДОТ, час		Связь с ВАРС		Применяемые интерактивные формы обучения, в т.ч. виды онлайн-взаимодействия или средства ЭО *		
			очно-заочная форма	заочная форма	предусмотрена самоподготовка к занятию +/-	Защита отчета о ЛР во внеаудиторное время +/-			
раздела	ЛЗ*	ЛР*	5	6	7	8	9	10	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2	1	1	Исследование режимов движения жидкости в круглой трубе.	2 / -	2	+	+	Электронная презентация	-
	2	2	Определение потерь напора и коэффициентов сопротивления трубопровода.	2 / -	-	+	+	Электронная презентация	-
3	3	3	Исследование истечения жидкости через отверстия и насадки.	2 / -	-	+	+	Электронная презентация	-
Итого ЛР			Общая трудоемкость ЛР	6 / -	2	х			
* в т.ч. при использовании материалов МООК «Название», название ВУЗа-разработчика, название платформы и ссылка на курс (с указанием даты последнего обращения)									
Примечания: - материально-техническое обеспечение лабораторного практикума – см. Приложение 6; - обеспечение лабораторного практикума учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложения 1 и 2.									

Подготовка обучающихся к лабораторным занятиям осуществляется с учетом общей структуры учебного процесса. На лабораторных занятиях осуществляется входной и текущий аудиторный контроль в виде опроса, по основным понятиям дисциплины.

Подготовка к лабораторным занятиям подразумевает выполнение домашнего задания к очередному занятию по заданиям преподавателя, выдаваемым в конце предыдущего занятия.

Для осуществления работы по подготовке к занятиям, необходимо ознакомиться с методическими указаниями по дисциплине, внимательно ознакомиться с литературой и электронными ресурсами, с рекомендациями по подготовке, вопросами для самоконтроля.

### **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

– оценка «зачтено» присваивается за качественное оформление лабораторной работы, правильные ответы на вопросы;

– оценка «не зачтено» по лабораторной работе выставляется, если обучающийся не смог дать грамотный ответ на вопросы.

## **7. Общие методические рекомендации по изучению отдельных разделов дисциплины**

При изучении конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, обучающемуся следует учитывать изложенные ниже рекомендации. Обратите на них особое внимание при подготовке к аттестации.

Работа по теме прежде всего предполагает ее изучение по учебнику или пособию. Следует обратить внимание на то, что в любой теории, есть либо неубедительные, либо чересчур абстрактные, либо сомнительные положения. Поэтому необходимо вырабатывать самостоятельные суждения, дополняя их аргументацией, что и следует демонстрировать на семинарах. Для выработки самостоятельного суждения важным является умение работать с научной литературой. Поэтому работа по теме кроме ее изучения по учебнику, пособию предполагает также поиск по теме научных статей в научных журналах по праву. Такими журналами являются: Вопросы правоведения, Экономика и право др. Выбор статьи, относящейся к теме, лучше делать по последним в году номерам, где приводится перечень статей, опубликованных за год.

Самостоятельная подготовка предполагает использование ряда методов.

1. Конспектирование. Конспектирование позволяет выделить главное в изучаемом материале и выразить свое отношение к рассматриваемой автором проблеме.

Техника записей в конспекте индивидуальна, но есть ряд правил, которые могут принести пользу его составителю: начиная конспект, следует записать автора изучаемого произведения, его название, источник, где оно опубликовано, год издания. Порядок конспектирования:

- а) внимательное чтение текста;
- б) поиск в тексте ответов на поставленные в изучаемой теме вопросы;
- в) краткое, но четкое и понятное изложение текста;
- г) выделение в записи наиболее значимых мест;
- д) запись на полях возникающих вопросов, понятий, категорий и своих мыслей.

2. Записи в форме тезисов, планов, аннотаций, формулировок определений. Все перечисленные формы помогают быстрой ориентации в подготовленном материале, подборе аргументов в пользу или против какого-либо утверждения.

3. Словарь понятий и категорий. Составление словаря помогает быстрее осваивать новые понятия и категории, увереннее ими оперировать. Подобный словарь следует вести четко, разборчиво, чтобы удобно было им пользоваться. Из приведенного в УМК глоссария нужно к каждому семинару выбирать понятия, относящиеся к изучаемой теме, объединять их логической схемой в соответствии с вопросами семинарского занятия.

## **Раздел 1 Основы газодинамики**

### **Краткое содержание**

Определение жидкости, её физическая модель. Отличительное свойство жидкости – текучесть. Жидкости несжимаемые (капельные) и сжимаемые (газообразные). Макроскопическая однородность и изотропность жидкости. Модель сплошной материальной среды, ее математическое представление. Объемная, поверхностная и массовая плотность распределения физических величин в сплошной среде. Скалярные и векторные поля плотности распределения массы, энергии, количества движения. Силы и напряжения в сплошной среде. Классификация сил, их определение. Плотность распределения объемных

сил. Векторное поле плотности распределения сил тяжести. Поверхностные силы. Нормальные и касательные напряжения. Гидродинамическое давление, градиент давления. Формула Остроградского, выражающая связь между поверхностным интегралом от нормального напряжения, объемным интегралом от градиента давления. Свойство упругости. Объемный модуль упругости и его значение для капельных и газообразных сред. Скорость распространения упругих деформаций в сплошной среде. Свойство вязкости. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости. Аналогия с законом Гука. Коэффициенты вязкости и их размерность. Зависимость вязкости от температуры и давления. Неньютоновские жидкости.

Определение и задачи гидростатики. Гидростатическое давление. Система дифференциальных уравнений гидростатики Эйлера и их интегрирование при равновесии однородной несжимаемой жидкости в поле действия объемных и поверхностных сил, сил инерции и при отсутствии действия объемных сил. Манометрическое давление и статический вакуум. Гидростатический парадокс. Закон Паскаля. Приборы для измерения давления. Статическое давление жидкости на твердые поверхности и в замкнутых объемных. Закон Архимеда. Потенциальная энергия и гидростатический напор покоящейся жидкости.

Определение, задачи и методы кинематики. Силы, обуславливающие движение жидкости и газа. Задание кинематических характеристик движения по Лагранжу и Эйлеру. Условие непрерывности движения сплошной среды. Приложение закона сохранения массы к механике сплошной среды. Дифференциальное уравнение неразрывности движения сплошной среды и его физический смысл. Струйная модель движения – основа гидравлики. Векторное поле скоростей, заданное по Эйлеру, и его упорядочение. Стационарное, нестационарное (неустановившееся) движение. Линии тока и траектории. Внешние и внутренние течения. Трубка тока и струйка тока. Объемный расход. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока. Модель одномерного течения. Средняя скорость. Уравнение баланса расхода. Понятие об ускорении при движении сплошной среды. Ускорение как полная (субстанциональная) производная от вектора скорости по времени при движении сплошной среды, заданного полем скоростей по Эйлеру. Локальная и конвективная составляющие ускорения и их физический смысл.

Дифференциальные уравнения движения идеальной сплошной среды. Понятие об идеальной сплошной среде. Граничное условие для потока на твердой стенке. Закон сохранения количества движения и его приложение к движению идеальной сплошной среды. Дифференциальные уравнения движения, их физический смысл. Уравнения Бернулли. Преобразование дифференциальных уравнений Эйлера для стационарного движения несжимаемой жидкости в поле объемных сил, имеющих потенциал. Интегрирование уравнения вдоль линии тока. Интеграл Бернулли как первый интеграл движения, его физический смысл. Распространение интеграла Бернулли на струйку тока идеальной сплошной среды при движении в поле сил тяжести. Потенциальный и скоростной напор в сечении струйки тока, диаграмма уравнения Бернулли. Уравнение Бернулли в единицах объемной плотности 10 механической энергии. Гидравлические уравнения. Гидравлическое уравнение Бернулли для одномерного потока вязкой жидкости. Значения потенциального и скоростного напора в поперечном сечении потока. Коэффициент кинетической энергии. Баланс напоров для двух сечений потока. Потеря напора. Общий вид гидравлического уравнения Бернулли и примеры его применения. Гидравлическое уравнение количества движения. Приращение количества движения вдоль струйки тока и вдоль потока жидкости. Коэффициент количества движения. Выражение импульса внешних сил. Общий вид гидравлического уравнения количества движения и примеры его применения. Конечно-разностные формы уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Общая схема применения численных методов на ЭВМ. Элементы теории гидродинамического подобия. Критерии подобия Ньютона, Эйлера, Рейнольдса, Фруда. Моделирование гидравлических явлений.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Определение жидкости, ее основные физические свойства.

2. Модель сплошной среды.
3. Силы, действующие в жидкости, их классификация.
4. Напряжения в жидкости нормальные и касательные.
5. Давление, градиент давления.
6. Свойство вязкости жидкости.
7. Закон Ньютона о внутреннем трении при плоскопараллельном течении жидкости.
8. Особенности ньютоновской жидкости.
9. Коэффициенты вязкости, их размерность.
10. Зависимость вязкости от температур.
11. Понятие о неньютоновской жидкости.
12. Определение гидростатики.
13. Гидростатическое давление.
14. Дифференциальные уравнения гидростатики.
15. Равновесие однородной несжимаемой жидкости в поле сил тяжести.
16. Основное уравнение гидростатики.
17. Закон Паскаля и его применение.
18. Манометрическое давление и вакуум.
19. Приборы для измерения гидростатического давления.
20. Сила давления на погруженное в жидкость тело. Закон Архимеда.

## **Раздел 2. Гидравлическое сопротивление потока вязкой жидкости**

### Краткое содержание

Ламинарное движение в круглой трубе. Распределение касательных напряжений и скоростей в поперечном сечении потока. Формула Пуазейля для расхода. Средняя скорость. Закон гидравлического сопротивления для потока в круглой трубе. Законы гидравлического сопротивления для потоков с некруглым поперечным сечением.

Особенности турбулентного движения жидкости. Пульсация скоростей. Модель осредненного турбулентного течения. Турбулентные напряжения. Турбулентное течение в круглой трубе. Турбулентное ядро и пристеночная область течения. Роль шероховатости стенки. Зернистая и технологическая шероховатости. График Никурадзе. Закон сопротивления гладкой стенки. Формула Блазиуса. Доквадратичный закон сопротивления «шероховатой» стенки. Формула Колбрука. Квадратичный закон сопротивления «шероховатой» стенки. Формула Прандтля – Никурадзе. График Колбрука.

Потери напора. Потери напора по длине. Расчетная формула Вейсбаха-Дарси. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения и общий вид их функциональных зависимостей. Основные виды местных сопротивлений. Местные потери напора. Расчетная формула Вейсбаха. Коэффициент местных потерь. Местные потери напора при больших числах Рейнольдса. Резкое расширение и резкое сужение потока. Течения в диффузорах, конфузорах, коленах. Местные потери напора при малых числах Рейнольдса.

#### Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Задание движения сплошной среды по Лагранжу и Эйлеру.
2. Струйная модель движения жидкости.
3. Линия тока, траектория, трубка тока, струйка тока.
4. Объемный расход.
5. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока.
6. Средняя скорость.
7. Понятие об ускорении при движении жидкости как сплошной среды.
8. Локальная и конвективная составляющая ускорения и их физический смысл.
9. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности движения сплошной среды.
10. Закон сохранения количества движения и основное уравнение динамики сплошной среды.
11. Режимы движения жидкости, число Рейнольдса.
12. Уравнения Эйлера движения идеальной жидкости и граничные условия.
13. Интегрирование дифференциальных уравнений движения идеальной жидкости для элементарной струйки. Интеграл Бернулли и его физический смысл.

14. Распространение уравнения Бернулли для струйки тока на поток вязкой жидкости.
15. Гидравлическое уравнение Бернулли, его физический смысл и условия применимости.

### **Раздел 3** Гидравлические напорные системы Краткое содержание

Общая методика гидравлического расчета напорных систем. Задачи гидравлического расчета. Расчет при установившемся (стационарном) движении жидкости. Применение гидравлических уравнений и расчетных формул. Точность гидравлического расчета. Трубопроводы. Классификация трубопроводов. Трубопроводы с последовательным и параллельным соединением линий. Основные задачи 12 гидравлического расчета трубопроводов. Гидравлический расчет трубопроводов при установившемся движении жидкости. Коэффициент потерь напора в трубопроводах. Гидравлическая характеристика. Системы трубопровод-резервуар. Всасывающая линия насоса. Сифон. Напорная линия насоса. Разветвленный трубопровод.

Неустановившееся напорное движение в трубопроводах. Гидравлический удар. Неустановившееся напорное движение при работе гидроцилиндра. Учет сил инерции. Гидравлическое уравнение баланса энергии при неустановившемся движении. Инерционный напор. Явление гидравлического удара. Уравнение Жуковского для давления жидкости при гидравлическом ударе. Скорость распространения упругих деформаций. Неполный гидравлический удар. Защита систем от гидравлического удара.

Отверстия в резервуарах и насадки. Явление истечения жидкости через отверстие в стенке резервуара. Сжатие струи. Расчетные зависимости для определения скорости и расхода при постоянном напоре. Коэффициенты истечения. Особенности истечения через насадки. Истечение при переменном напоре. Проходные отверстия в элементах дросселирующих и клапанных аппаратов. Элементы дросселирующих аппаратов. Назначение и классификация. Дроссели с постоянным и регулируемым проходным отверстием. Расчетная формула истечения. Элементы клапанных аппаратов. Назначение и классификация. Пропускная способность. Статический расчет клапанов. Реактивная сила струи при истечении жидкости, её расчет.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Потери напора при движении жидкости.
2. Классификация потерь, расчетные.
3. формулы для их определения.
4. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения.
5. Местные гидравлические сопротивления.
6. Основные виды сопротивлений.
7. Коэффициент местных потерь и его зависимость от числа Рейнольдса.
8. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе.
9. Ламинарное течение жидкости в щелях.
10. Облитерация щелей.
11. Турбулентное движение и его особенности.
12. Модель осредненного турбулентного течения.
13. Структура турбулентного потока в круглой трубе.
14. Закон сопротивления при турбулентном движении.
15. Расчетный график для определения коэффициента гидравлического трения.
16. Гидравлический удар в трубах.
17. Формулы Жуковского для прямого удара.
18. Скорость ударной волны.
19. Истечение жидкости через отверстия и насадки при постоянном напоре.

### **Раздел 4** Некоторые сведения из прикладной газовой динамики Краткое содержание

Параметры состояния газа. Простейшие термодинамические процессы. Массовый расход газового потока. Установившееся изотермическое давление газа в трубопроводах, скорость звука и критическое отношение давлений, весовой расход газа. Истечение газа из резервуара при адиабатном (изоэнтропном) процессе, критическая скорость истечения,



подкритическая и надкритические области истечения, число Маха. Истечение газа из резервуара в трубопровод при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления трубопровода.

Уравнение неразрывности. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли. Уравнение Бернулли – Сен-Венана. Скорость звука в движущемся газе. Температура торможения. Истечение газа из котла под большим давлением. Формула Сен - Венана - Ванцеля. Максимальная скорость истечения.

Вопросы для самоконтроля по разделу:

1. Параметры состояния газа.
2. Простейшие термодинамические процессы.
3. Массовый расход газового потока.
4. Установившееся изотермическое давление газа в трубопроводах, скорость звука и критическое отношение давлений, весовой расход газа.
5. Истечение газа из резервуара при адиабатном (изоэнтропном) процессе,
7. критическая скорость истечения, подкритическая и надкритические области истечения, число Маха.
9. Истечение газа из резервуара в трубопровод при политропном процессе с учетом гидравлического сопротивления трубопровода.
11. Уравнение неразрывности.
12. Уравнения Эйлера. Интеграл Бернулли.
13. Уравнение Бернулли – Сен-Венана. Скорость звука в движущемся газе.
14. Температура торможения.
15. Истечение газа из котла под большим давлением.
16. Формула Сен-Венана Ванцеля. Максимальная скорость истечения.

Процедура оценивания

После изучения каждого раздела проводится рубежный контроль. Рубежный контроль осуществляется с целью определения качества проведения образовательных услуг по дисциплине, для оценки степени достижения обучающимися состояния, определяемого целевыми установками дисциплины, а также для формирования корректирующих мероприятий. Рубежный контроль осуществляется по разделам дисциплины в соответствии с планом. Рубежный контроль состоит из выполнения заданий на практических занятиях и выполнения тестов по разделам дисциплины.

### **Шкала и критерии оценивания**

Результаты изучения конкретного раздела дисциплины, из числа вынесенных на лекционные и практические занятия, оцениваются по следующей шкале.

- *Оценка «Зачтено»* выставляют обучающемуся, глубоко и прочно освоившему теоретический и практический материал дисциплины. Ответ должен быть логичным, грамотным. Обучающемуся необходимо показать знание не только основного, но и дополнительного материала. Обучающийся должен свободно справляться с поставленными задачами, правильно обосновывать принятые решения.

- *Оценка «Не зачтено»* ставится в случае, когда обучающийся не знает значительной части материала по дисциплине, допускает существенные ошибки в ответах, не может решить практические задачи или решает их с затруднениями.

## **7. Общие методические рекомендации по оформлению и выполнению отдельных видов ВАРС**

### **7.1 Комплект заданий для выполнения расчетно-графической работы**

Задание на расчетно-графическую работу (далее по тексту – РГР) следует брать по последней цифре шифра зачетной книжки.

Текстовый материал РГР должен быть оформлен в виде пояснительной записки объемом 15...20 страниц на листах формата А4. Текст должен быть написан разборчивым почерком или распечатан на принтере. Записи производят на одной стороне листа с полями шириной 20 мм слева и 5 мм справа.

Текст должен быть стилистически и орфографически правильным без сокращений слов. Все формулы приводятся сначала в буквенном выражении с последующей расшифровкой входящих в формулу величин, а затем уже в них проставляют цифровые значения и производят решение относительно искомой величины.

При использовании нормативных и справочных данных следует делать ссылку на источники. В конце расчетно-графической работы необходимо привести перечень использованной литературы с указанием автора, названия книги, издательства и года издания.

Текст РГР должен начинаться с титульного листа, выполненного на обычной писчей бумаге. Титульный лист должен быть оформлен в соответствии с требованиями стандарта.

Решение каждой задачи следует начинать с новой страницы. Текст задач пишется полностью, без сокращений. После чего следует составить краткие условия задачи с рисунком, выполненным чертежными инструментами. Вычисления должны соответствовать необходимой точности (до сотых).

Графическую часть работы (графики) необходимо выполнять на миллиметровой бумаге или на компьютере.

При решении задач чрезвычайно важно следить за соблюдением единства размерности всех входящих в расчетные формулы величин. Недостаточное внимание к размерностям – наиболее частая причина ошибок.

Выполненную РГР обучающийся обязан представить преподавателю на проверку не позже, чем за 10 дней до начала экзаменационной сессии. В возвращенной РГР обучающий должен исправить все отмеченные ошибки и выполнить все данные ему указания.

### Задача 1.

Определить расход воды  $Q$  л/с протекающей по трубопроводу если манометрическое давление в сечениях до сужения  $P_{m1}$ , в месте сужения трубопровода  $P_{m2}$ . Потерями напора пренебречь.

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 1.

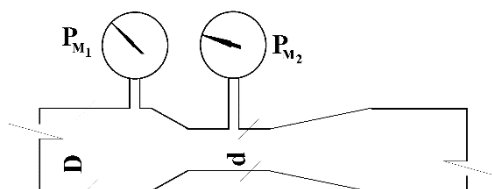


Рис. 1

Таблица 1

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Диаметр широкой части трубопровода $D$ , мм	100	200	300	400	500	150	250	350	450	175
Диаметр узкой части трубопровода $d$ , мм	50	100	150	200	300	90	125	175	225	100
$P_{m1}$ , МПа	0,9	0,4	1,1	1,0	0,8	0,6	1,2	1,5	2,0	1,6
$P_{m2}$ , МПа	0,5	0,1	0,7	0,4	0,1	0,15	0,7	0,9	1,45	1,05

### Задача 2.

Определить диаметр трубопровода, показанного на рисунке 2 для пропуска расхода  $Q$  при длине трубы  $L$  и напоре  $H$ . Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 2.

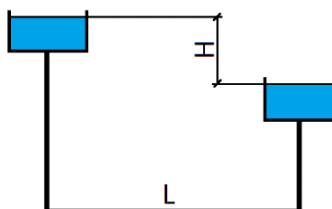


Рис. 2

Таблица 2

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход воды $Q$ , л/с	31	23	18	26	14	35	28	26	30	32

Длина L, м	240	360	410	270	520	715	200	250	300	350
Напор, Н, м	4	3.5	5.2	6	4.8	6.7	5	4.5	4	6

### Задача 3.

Определить глубину наполнения трапецеидального канала при следующих данных.

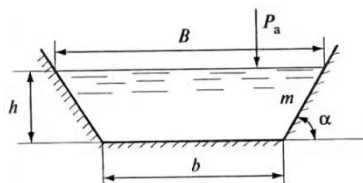


Рис. 3

Таблица 3

Исходные данные	Последняя цифра номера зачетной книжке									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Расход, Q, м <sup>3</sup> /с	0,5	4	3,5	3	10	0,82	1,26	0,63	18	1,1
Ширина канала по дну d, м	0.4	5	4	2	0.82	8.1	0.18	0.39	1.23	0.15
Коэффициент заложения откосов m	1.0	1.0	1.5	1.0	2.5	1.0	0.75	0.0	1.5	2.0
Коэффициент шероховатости n	0.03	0.02	0.025	0.014	0.025	0.014	0.012	0.025	0.0225	0.02
Уклон дна канала i	0.001	0.0005	0.0002	0.0008	0.0004	0.001	0.0007	0.002	0.0016	0.0005

### Задача 4.

Определить потери напора при подаче воды со скоростью V через трубку диаметром D и длиной L при температуре воды t.

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 4.

Таблица 4.

Исходные данные	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Скорость, V, м/с	1,0	1,1	1,2	0,9	0,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Длина L, м	20	30	40	50	60	70	80	90	100	120
Диаметр D, мм	600	500	450	400	350	300	250	200	150	100
Температура, t °С	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60

### Задача 5.

Определить какой расход может перекачивать сифон из водоема А в водоем Б при разности горизонтов Н, если длина сифона L а диаметр сифона D. Трубы стальные нормальные ( $\Delta_{\text{экв.}}=0,17$  мм).

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 5.

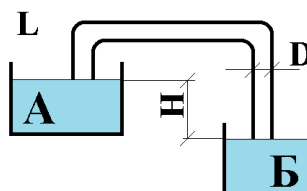


Рис. 5

Таблица 5.

Исходные данные	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Напор, Н, м	1,8	3,4	2,2	4,5	4,0	2,5	3,5	3,0	2,0	1,5
Длина L, м	50	60	70	80	40	90	100	75	65	85
Диаметр D, мм	100	150	400	200	250	100	125	300	200	150

### Задача 6.

Вода из резервуара А перетекает в резервуар В через внутренний цилиндрический насадок, а из резервуара В вода вытекает в атмосферу через конический расходящийся насадок. Определить расход вытекающей из резервуара В и разность уровней Z.

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 6.

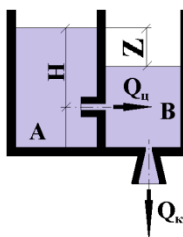


Рис. 6

Таблица 6.

Исходные данные	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Напор, Н, м	2,0	1,6	2,4	2,5	1,9	2,1	3,0	3,4	2,9	3,1
Диаметр D <sub>ц</sub> , мм	40	20	50	25	60	70	80	90	35	100
Диаметр D <sub>к</sub> , мм	40	20	50	25	60	60	70	80	30	90

### Задача 7.

Вода из резервуара А перетекает в резервуар В через внутренний цилиндрический насадок. Определить время выравнивания уровней в резервуарах А и В, если резервуар В пустой.

Расчеты выполнить для одного из вариантов по данным, приведенным в табл. 7.

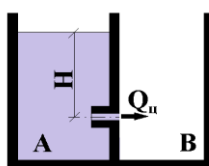


Рис. 7

Таблица 7.

Исходные данные	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Напор, Н, м	2,0	1,6	2,4	2,5	1,9	2,1	3,0	3,4	2,9	3,1
Диаметр D <sub>ц</sub> , мм	40	20	50	25	60	70	80	90	35	100
Ω <sub>А</sub> , м <sup>2</sup>	4	2,5	5	4,5	3	2	3	5	3,5	4
Ω <sub>В</sub> , м <sup>2</sup>	2	3,5	4	5,5	4	3	4	3	5	3

## 7.2 Информационно-методические и материально-техническое обеспечение процесса выполнения расчетно-графической работы.

1. Материально-техническое обеспечение процесса выполнения расчетно-графической работы – см. Приложение 6.

2. Обеспечение процесса выполнения расчетно-графической работы) учебной, учебно-методической литературой и иными библиотечно-информационными ресурсами, и средствами обеспечения образовательного процесса – см. Приложение 1, 2, 3.

## ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

Выполненная расчетно-графическая работа, состоящая из расчетной части и графической части на 1 листе формата А4, сдается на проверку преподавателю за две недели до окончания семестра. После проверки РГР студент должен внести в него исправления по всем отмеченным преподавателем замечаниям.

Собеседование со студентом по РГР проводится в соответствии графиком, составленным преподавателем и утвержденным на заседании кафедры. После сообщения студента о содержании работы и принятых инженерных решениях он отвечает на вопросы преподавателя и студентов.

Оценка работы рейтинговая. Максимальное количество баллов – 100 – распределяется следующим образом:

- за защиту (собеседование) – 30;
- содержание работы – 50;
- оформление работы – 20.

Баллы за содержание и оформление выставляются преподавателем при проверке и после исправления замечаний по работе корректировке не подлежат.

Студенту, набравшему суммарно:

– более 60 баллов – **«зачтено»**.

Если количество баллов менее 60, то студент проходит процедуру собеседования повторно, дату и время которой устанавливает преподаватель.

## **7.2. Рекомендации по самостоятельному изучению тем**

В процессе самостоятельного изучения темы обучающийся изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии обучающийся демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного или письменного ответа.

### **ВОПРОСЫ**

#### **для самостоятельного изучения темы**

«Тема: Центр давления. Эпюры гидростатического давления. Гидростатический парадокс. Определение силы гидростатического давления на криволинейные поверхности.»

1. Равновесие жидкости в случае относительного покоя жидкости.
2. Гидростатическое давление жидкости на плоские и цилиндрические стенки.
3. Гидростатическое давление на замкнутые поверхности (тела).

### **ВОПРОСЫ**

#### **для самостоятельного изучения темы**

«Тема: Законы гидравлического сопротивления при турбулентном движении. Уравнение Бернулли для потока жидкости, его энергетическая и графическая интерпретация. Частные случаи уравнения Бернулли.»

1. Интегрирование дифференциальных уравнений движения идеальной жидкости для элементарной струйки.
2. Интеграл Бернулли и его физический смысл.
3. Распространение уравнения Бернулли для струйки тока на поток вязкой жидкости.
4. Гидравлическое уравнение Бернулли, его физический смысл и условия применимости.
5. Гидравлические коэффициенты потерь напора, коэффициент гидравлического трения.
6. Местные гидравлические сопротивления.
7. Основные виды сопротивлений.
8. Коэффициент местных потерь и его зависимость от числа Рейнольдса.

### **ВОПРОСЫ**

#### **для самостоятельного изучения темы**

«Тема: Гидравлический удар. Полное, неполное, совершенное, несовершенное сжатие струи. Инверсия струи. Классификация гидравлических насадков Параллельное и последовательное соединение труб, непрерывная задача расхода. Гидравлический удар в трубопроводах. Способы борьбы с гидравлическим ударом.»

1. Гидравлический удар в трубах.
2. Формулы Жуковского для прямого удара.
3. Скорость ударной волны.

### **ВОПРОСЫ**

#### **для самостоятельного изучения темы**

«Тема: Уравнение Бернулли – Сен-Венана и его приложения. Рассмотрены специальные задачи газодинамики: движение газа в трубах, соплах, диффузорах и решетках профилей.»

1. Уравнение Бернулли – Сен-Венана. Скорость звука в движущемся газе.

2. Температура торможения.
3. Истечение газа из котла под большим давлением.
4. Формула Сен-Венана Ванцеля. Максимальная скорость истечения.

### **ОБЩИЙ АЛГОРИТМ самостоятельного изучения темы**

1) Ознакомиться с рекомендованной учебной литературой и электронными ресурсами по теме (ориентируясь на вопросы для самоконтроля).
2) На этой основе составить развёрнутый план изложения темы
3) Выбрать форму отчетности конспектов (план – конспект, текстуальный конспект, свободный конспект, конспект – схема)
2) Оформить отчётный материал в установленной форме в соответствии методическими рекомендациями
3) Провести самоконтроль освоения темы по вопросам, выданным преподавателем
4) Предоставить отчётный материал преподавателю по согласованию с ведущим преподавателем
5) Подготовиться к предусмотренному контрольно-оценочному мероприятию по результатам самостоятельного изучения темы
6) Принять участие в указанном мероприятии, пройти рубежное тестирование по разделу на аудиторном занятии и заключительное тестирование в установленное для внеаудиторной работы время

### **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ самостоятельного изучения темы**

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающий на основе самостоятельно изученного материала, смог всесторонне раскрыть содержание темы при рубежном тестировании по разделам в ИОС.

- оценка «не зачтено» выставляется, если на основе самостоятельно изученного материала, не смог раскрыть содержание темы, не прошел рубежное тестирование в ИОС.

### **8. Входной контроль и текущий (внутрисеместровый) контроль хода и результатов учебной работы**

Входной контроль проводится в рамках семинарских занятий с целью выявления реальной готовности бакалавров к освоению данной дисциплины за счет знаний, умений и компетенций, сформированных на предшествующих дисциплинах. Входной контроль разрабатывается при подготовке рабочей программы учебной дисциплины. Входной контроль проводится в форме тестирования.

#### **8.1 ВОПРОСЫ для проведения входного контроля**

1. Системы отсчета в механике Ньютона, эталоны длины и времени.
2. Относительность движения.
3. Векторы перемещения, скорости.
4. Проекции вектора скорости на координатные оси.
5. Траектория движения и пройденный путь.
6. Вычисление пройденного пути.
7. Принцип независимости движений.
8. Равномерное и равноускоренное прямолинейное движение.
9. Первый закон Ньютона.
10. Понятие о силе. Принцип независимости действия сил.
11. Силы в природе.
12. Второй закон Ньютона.
13. Импульс силы. Импульс тела.
14. Закон сохранения импульса.
15. Принцип относительности Галилея.
16. Третий закон Ньютона.
17. Работа силы, мощность, энергия.

18. Закон сохранения и превращения механической энергии.
19. Твердое тело как система материальных точек.
20. Абсолютно твердое тело.
21. Поступательное и вращательное движение абсолютно твердого тела.
22. Момент силы.
23. Момент силы относительно точки оси.
24. Момент пары сил.
25. Момент инерции.
26. Физическая величина.
27. Единица, размер и значение физической величины.
28. Истинное и действительное значение физической величины.
29. Системы единиц физических величин.
30. Основные единицы системы СИ.
31. Эталоны единиц физических величин.
32. Общие сведения о передаче размеров единиц
33. физических величин и поверочных схемах.
34. Измерения.
35. Виды измерений.
36. Принципы, методы и методики измерений.
37. Классификации погрешностей измерений.
38. Частные производные и полный дифференциал.
39. Первообразная и неопределённый интеграл.
40. Первообразные, их свойства.
41. Неопределённый интеграл
42. Таблица основных интегралов.
43. Задачи, приводящие к появлению дифференциальных уравнений.
44. Дифференциальное уравнение 1-го порядка, различные способы задания.

### **ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ**

#### **ответов на вопросы входного контроля**

- оценка «зачтено» выставляется обучающемуся, если вопрос раскрыт, во время дискуссии высказывается собственная точка зрения на обсуждаемую проблему, демонстрируется способность аргументировать доказываемые положения и выводы.

- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся не способен доказать и аргументировать собственную точку зрения по вопросу, не способен сослаться на мнения ведущих специалистов по обсуждаемой проблеме

### **8.2. Текущий контроль успеваемости**

В течение семестра, проводится текущий контроль успеваемости по дисциплине, к которому обучающийся должен быть подготовлен.

Отсутствие пропусков аудиторных занятий, активная работа на практических и лабораторных занятиях, общее выполнение графика учебной работы являются основанием для получения положительной оценки по текущему контролю.

В качестве текущего контроля может быть использован тестовый контроль. Тест состоит из небольшого количества элементарных вопросов по основным разделам дисциплины: неправильные решения разбираются на следующем занятии; частота тестирования определяется преподавателем.

### **8.3 Рекомендации по самостоятельной подготовке к практическим занятиям**

1. В процессе подготовки к практическому занятию обучающийся изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии обучающийся демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного или письменного ответа.

### **ВОПРОСЫ**

#### **для самоподготовки к практическим занятиям**

**Тема практического занятия:** Гидростатика. Дифференциальные уравнения гидростатики Эйлера.

1. Основное уравнение гидростатики.
2. Закон Паскаля и его применение.
3. Равновесие жидкости в случае относительного покоя жидкости.
4. Гидростатическое давление жидкости на плоские и цилиндрические

5. стенки.
6. Гидростатическое давление на замкнутые поверхности (тела).

**Тема практического занятия:** Элементы кинематики сплошной среды.

1. Задание движения сплошной среды по Лагранжу и Эйлеру.
2. Интегральное уравнение неразрывности движения вдоль струйки тока.
3. Понятие об ускорении при движении жидкости как сплошной среды.
4. Локальная и конвективная составляющая ускорения и их физический смысл.
5. Закон сохранения массы и уравнение непрерывности движения сплошной среды.
6. Закон сохранения количества движения и основное уравнение динамики сплошной среды.

**Тема практического занятия:** Законы гидравлического сопротивления при ламинарном движении.

1. Ламинарное движение жидкости в круглой трубе.
2. Ламинарное течение жидкости в щелях.
3. Облитерация щелей.

**Тема практического занятия:** Основные понятия и определения. Гидравлический расчет напорных систем.

4. Классификация трубопроводов.
5. Типы решаемых задач.
6. Выбор сечений для составления уравнения Бернулли.
7. Методика расчета короткого трубопровода.
8. Гидравлический расчет длинных трубопроводов.
9. Тупиковые трубопроводы.

**Тема практического занятия:** Гидравлический удар.

1. Гидравлический удар в трубах.
2. Формулы Жуковского для прямого удара.
3. Скорость ударной волны.

**Тема практического занятия:** Истечение жидкости через отверстия и насадки.

1. Объяснить следующие понятия: малое отверстие, тонкая стенка, сжатие струи, полное сжатие, совершенное сжатие, инверсия струи.
2. Вывести формулу для определения скорости истечения жидкости через отверстие в тонкой стенке в атмосферу при постоянном напоре.
3. Дать понятия коэффициентов скорости, сжатия, расхода.
4. Формулы для определения расхода и скорости истечения при истечении жидкости под уровень
5. Классификация насадков.
6. Особенности истечения через насадки.
7. Методы и приборы для измерения расхода жидкости.

**Тема практического занятия:** Одномерные потоки газа.

1. Уравнения Эйлера.
2. Интеграл Бернулли.
3. Уравнение Бернулли – Сен-Венана.
4. Скорость звука в движущемся газе.
5. Температура торможения.

#### ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ

##### самоподготовки по темам практических занятий

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.



- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

#### **8.4 Рекомендации по самостоятельной подготовке к лабораторным занятиям**

В процессе подготовки к лабораторному занятию обучающийся изучает представленные ниже вопросы по темам. На занятии обучающийся демонстрирует свои знания по изученным вопросам в форме устного или письменного ответа.

#### **ВОПРОСЫ для самоподготовки к лабораторным занятиям**

**Тема лабораторной работы: Исследование режимов движения жидкости в круглой трубе.**

1. Назовите режимы движения жидкости и укажите их характерные особенности.
2. Поясните, что такое критерий Рейнольдса, и назовите факторы, от которых он зависит, и укажите, в чем заключается его физический смысл?
3. Поясните, что такое критическое число Рейнольдса?
4. Поясните, каким образом при гидравлических расчётах определяют режим движения жидкости и, с какой целью?
5. Какие существуют режимы движения жидкости?
6. Чем они визуально отличаются друг от друга?
7. Что называется числом Рейнольдса?
8. Каково его критическое значение?
9. Что называется критической скоростью?
10. Как определить режим движения в трубе по величине критической скорости? Как установить наличие того или другого режима не визуально, а расчетным путем?
11. Как влияют геометрические размеры потока на установление того или иного режима движения жидкости?
12. Как влияет вязкость на режим движения?
13. Как влияет температура на режим движения?
14. Что называется вязкостью? Сформулируйте закон Ньютона о трении.
15. Какими коэффициентами оценивается вязкость жидкости?
16. Каково практическое приложение знания режимов жидкости?

**Тема лабораторной работы: Определение потерь напора и коэффициентов сопротивления трубопровода.**

1. На преодоление каких потерь затрачивается энергия при движении жидкости по трубопроводу?
2. В какую форму переходит механическая энергия потока, теряемая при движении?
3. Что такое средняя скорость потока?
4. Как влияет шероховатость на потери энергии?
5. Как экспериментально определить коэффициент трения и коэффициент местного сопротивления?
6. Как проявляются на изменение величины коэффициента трения условия протекания жидкости при различных режимах движения?
7. Как определить шероховатость трубы?
8. Почему сужение, расширение, вентиль, муфтовое закругление оказывают различные сопротивления?
9. Как в работе измеряют расход воды, текущей по трубопроводу?
10. Физический смысл критериев Эйлера и Рейнольдса?
11. Как определить полный перепад давления (напор) в системе?
12. Записать формулу пьезометрического напора.
13. Что называется гидродинамическим напором?
14. Записать формулу гидродинамического напора.
15. Какие есть виды потерь напора?

16. От каких факторов зависят потери напора? Записать и пояснить формулу Дарси-Вейсбаха.
17. В чем разница между гидравлически гладкой и гидравлически шероховатой трубой?
18. В чем разница между гидравлически гладкой и технической гладкой трубой?
19. Пояснить влияние шероховатости стенок трубы на величину путевых потерь.
20. Что называется гидравлическим уклоном? пьезометрическим уклоном?

**Тема лабораторной работы: Исследование уравнения Д. Бернулли на примере водомера Вентури.**

1. Каково назначение водомера Вентури?
2. На каком принципе основана работа водомерных устройств?
3. Запишите уравнение Бернулли и дайте геометрическую и физическую интерпретацию уравнения.
4. Что называется пьезометрической высотой и пьезометрическим (статическим) напором?
5. Покажите на рисунке разность пьезометрических высот и пьезометрических напоров при горизонтальном и наклонном положении водомера.
6. Изменяются ли формулы для определения расхода водомера при наклонном положении водомера?
7. Записать и пояснить уравнение неразрывности потока.
8. В какой зависимости находится соотношение между скоростями в сечениях водомера от соотношения диаметров в этих сечениях?
9. Как определить константу  $\alpha$  и чему она равна?
10. Какого рода потери имеются в водомере?
11. Пояснить влияние потерь при вычислении теоретического расхода.
12. Чем вызвано введение коэффициента  $\alpha$  в формулу расхода?
13. Пояснить, зачем устраивается суженная вставка между конусами водомера.
14. Что называется диффузором и конфузуром?

**Тема лабораторной работы: Исследование истечения жидкости через насадки.**

1. Что называют насадком?
2. Перечислите известные типы насадков. Каково их назначение?
3. Почему пропускная способность цилиндрического насадка больше, чем отверстия?
4. Почему скорость струи, вытекающей из цилиндрического насадка, меньше, чем из отверстия? Изменится ли скорость струи, если несколько изменить размеры отверстия, сохраняя тот же напор истечения?
5. Изменится ли расход при изменении размера отверстия?
6. Как измерить вакуум внутри насадка?
7. Что называется полным напором? Как его определить?
8. Какова область практического применения насадков?

**Тема лабораторной работы: Исследование истечения жидкости через отверстия и насадки.**

1. Дайте определение терминов: «тонкая стенка», «малое отверстие».
2. Объясните виды сжатия струи при истечении из отверстия в тонкой стенке.
3. Чем обусловлено сжатие струи?
4. Какими коэффициентами характеризуется истечение жидкости из малого отверстия в тонкой стенке и какова их взаимосвязь?
5. Что характеризует коэффициент скорости и от чего он зависит?
6. Напишите формулу скорости и расхода из отверстия в атмосферу.
7. Чем отличаются формулы скорости и расхода при истечении через затопленное и затопленное отверстие?
8. Что называется свободной и затопленной струей?

**ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ  
самоподготовки по темам лабораторных занятий**

- оценка «зачтено» выставляется, если обучающийся на основе самостоятельного изученного материала, смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Владеет методиками при решении практических задач.
- оценка «не зачтено» выставляется, если обучающийся неаккуратно оформил отчетный материал на основе самостоятельного изученного материала, не смог всесторонне раскрыть теоретическое содержание темы. Затрудняется решать практические задачи.

## 9. Промежуточная (семестровая) аттестация по курсу

<b>Нормативная база проведения промежуточной аттестации обучающихся по результатам изучения дисциплины:</b>	
1) действующее «Положение о текущем контроле успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования (бакалавриат, специалитет, магистратура) и среднего профессионального образования в ФГБОУ ВО Омский ГАУ»	
<b>Основные характеристики промежуточной аттестации обучающихся по итогам изучения дисциплины</b>	
<b>Цель промежуточной аттестации -</b>	установление уровня достижения каждым обучающимся целей и задач обучения по данной дисциплине, изложенным в п.1.1 настоящего документа
<b>Форма промежуточной аттестации -</b>	зачёт (очно)
<b>Место процедуры получения зачёта в графике учебного процесса</b>	1) участие обучающегося в процедуре получения зачёта осуществляется за счёт учебного времени (трудоемкости), отведённого на изучение дисциплины
	2) процедура проводится в рамках ВАРС, на последней неделе семестра
<b>Основные условия получения обучающимся зачёта:</b>	1) обучающийся выполнил все виды учебной работы (включая самостоятельную) и отчитался об их выполнении в сроки, установленные графиком учебного процесса по дисциплине; 2) прошёл заключительное тестирование.

### 9.3. Заключительное тестирование по итогам изучения дисциплины

По итогам изучения дисциплины, обучающиеся проходят заключительное тестирование. Тестирование является формой контроля, направленной на проверку владения терминологическим аппаратом, современными информационными технологиями и конкретными знаниями в области фундаментальных и прикладных дисциплин.

#### 9.3.1 Подготовка к заключительному тестированию по итогам изучения дисциплины

Тестирование осуществляется по всем темам и разделам дисциплины, включая темы, выносимые на самостоятельное изучение.

Процедура тестирования ограничена во времени и предполагает максимальное сосредоточение обучающегося на выполнении теста, содержащего несколько тестовых заданий.

Тестирование проводится в письменной форме (на бумажном носителе). Тест включает в себя 30 вопросов. Время, отводимое на выполнение теста - 30 минут. В каждый вариант теста включаются вопросы в следующем соотношении: закрытые (одиночный выбор) – 25-30%, закрытые (множественный выбор) – 25-30%, открытые – 25-30%, на упорядочение и соответствие – 5-10%

На тестирование выносятся по 10 вопросов из каждого раздела дисциплины.

#### Бланк теста

*Образец*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

**Тестирование по итогам освоения дисциплины «Гидрогазодинамика»  
Для обучающихся направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность  
ФИО \_\_\_\_\_ группа \_\_\_\_\_**

Дата \_\_\_\_\_

Уважаемые обучающиеся!

Прежде чем приступить к выполнению заданий внимательно ознакомьтесь с инструкцией:

1. Отвечая на вопрос с выбором правильного ответа, правильный, на ваш взгляд, ответ (ответы) обведите в кружок.
2. В заданиях открытой формы впишите ответ в пропуск.
3. В заданиях на соответствие заполните таблицу.
4. В заданиях на правильную последовательность впишите порядковый номер в квадрат.

4. Время на выполнение теста – 30 минут  
 5. За каждый верный ответ Вы получаете 1 балл, за неверный – 0 баллов.  
 Максимальное количество полученных баллов 30.  
 Желаем удачи!

### Вариант № 1

1. Относительным покоем жидкости

- а) называется равновесие жидкости при постоянном значении действующих на нее сил тяжести и инерции  
 б) называется равновесие жидкости при переменном значении действующих на нее сил тяжести и инерции  
 в) называется равновесие жидкости при неизменной силе тяжести и изменяющейся силе инерции  
 г) называется равновесие жидкости только при неизменной силе тяжести

2. Массовыми силами

- а) называют силы тяжести и сила инерции  
 б) называют силы молекулярная и сила тяжести  
 в) называют силы инерции и сила гравитационная  
 г) называют силы давления и сила поверхностная

3. Давление, отсчитываемое от относительного нуля:

- а) называют абсолютным  
 б) называют атмосферным  
 в) называют избыточным  
 г) называют вакуумметрическим

4. Поверхность уровня жидкости -

- а) поверхность, во всех точках которой давление изменяется по одинаковому закону  
 б) поверхность, во всех точках которой давление одинаково  
 в) поверхность, во всех точках которой давление увеличивается прямо пропорционально удалению от свободной поверхности  
 г) свободная поверхность, образующаяся на границе раздела воздушной и жидкой сред при относительном покое жидкости

5. Дифференциальное уравнение равновесия жидкости

а) 
$$\begin{cases} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + F_x = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + F_y = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + F_z = 0 \end{cases}$$

в) 
$$\begin{cases} -\frac{1}{\gamma} \frac{\partial P}{\partial x} + F_x = 0 \\ -\frac{1}{\gamma} \frac{\partial P}{\partial y} + F_y = 0 \\ -\frac{1}{\gamma} \frac{\partial P}{\partial z} + F_z = 0 \end{cases}$$

$$\text{б) } \begin{cases} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + F_x = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + F_y = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + F_z = 0 \end{cases}$$

$$\text{г) } \begin{cases} -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial x} + F_0 = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial y} + F_0 = 0 \\ -\frac{1}{\rho} \frac{\partial P}{\partial z} + F_0 = 0 \end{cases}$$

6. Основное уравнение гидростатического давления записывается в виде

а)  $P = P_{атм} + \rho gh;$                       в)  $P = P_0 + \rho gh;$   
 б)  $P = P_0 - \rho gh;$                       г)  $P = P_0 + \rho \gamma h;$

7. Второе свойство гидростатического давления гласит

- а) гидростатическое давление постоянно и всегда перпендикулярно к стенкам резервуара
- б) гидростатическое давление изменяется при изменении местоположения точки
- в) гидростатическое давление неизменно в горизонтальной плоскости
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях

8. Сила, действующая со стороны жидкости на погруженное в нее тело равна

а)  $F = W_{тела} \rho_{тела} g$                       в)  $F = g \gamma \rho_{ж}$   
 б)  $F = W \gamma$                       г)  $F = \rho_{ж} g h_{погр}$

9. Поверхностными называются силы

- а) вызванные воздействием объемов, лежащих на поверхности жидкости
- б) вызванные воздействием соседних объемов жидкости и воздействием других тел
- в) вызванные воздействием давления боковых стенок сосуда
- г) вызванные воздействием атмосферного давления

10. Жидкость

- а) это физическое вещество, способное заполнять пустоты
- б) это физическое вещество, способное изменять форму под действием сил
- в) это физическое вещество, способное изменять свой объем
- г) это физическое вещество, способное течь

11. Вязкость газа при увеличении температуры

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

12. Понятие «идеальная» жидкость означает

- а) невязкая

- б) несжимаемая
- в) не текучая
- г) движущаяся равномерно

13. Единицами измерения коэффициента кинематической вязкости являются

- а)  $\text{м/с}^2$
- б) Па
- в)  $\text{Па}\cdot\text{с}$
- г)  $\text{м}^2/\text{с}$

14. Особенностью ньютоновских жидкостей является то, что для них...

- а) вязкость не зависит от температуры и давления
- б) несправедлив закон внутреннего трения Ньютона
- в) справедлив закон внутреннего трения Ньютона
- г) модуль упругости не изменяется с увеличением температуры

15. Совершенный газ

- а) давление, плотность и абсолютная температура удовлетворяет уравнению Клапейрона  $P/\rho=RT$
- б) давление, удельный вес и абсолютная температура удовлетворяет уравнению Клапейрона  $P/\gamma=RT$
- в) абсолютное давление, плотность и температура удовлетворяет уравнению Клапейрона  $P/\rho=Rt$
- г) атмосферное давление, удельный вес и температура удовлетворяет уравнению Клапейрона  $P_{\text{ат}}/\gamma=Rt$

16. Гидравлическим ударом

- а) называют давления при внезапном изменении скорости движения жидкости в трубе
- б) называют резкое изменение давления при внезапном изменении скорости движения жидкости в трубе
- в) называют резкое изменение напора при внезапном уменьшении скорости движения жидкости в трубе
- г) называют изменение давления при изменении скорости движения жидкости в трубе

17. Если расход воды равен 14 л/с, а диаметр отверстия составляет 5 см, то перепад уровней воды при истечении из внешнего цилиндрического насадка, расположенного в стенке открытого бака при истечении под уровень, равен ... м.

- а) 7,72
- б) 2,3
- в) 3,86
- г) 4,6

18. Расход жидкости при истечении через отверстие равен

а)  $Q = \mu \cdot \omega_0 \cdot \sqrt{2gH}$

б)  $Q = \mu \cdot \omega_c \cdot \sqrt{2gH}$

в)  $Q = 2\varphi \cdot \omega \cdot \sqrt{2gH}$

г)  $Q = g \cdot \omega_0 \cdot \sqrt{2\mu H}$

19. Давление струи жидкости на ограждающую площадку определяется по формуле

а)  $P = \frac{V}{g} Q \gamma$       б)  $P = \frac{\gamma}{g} Q V$

б)  $P = \frac{g}{\gamma} Q V$       г)  $P = \frac{\gamma}{V} Q g$

20. Изменение формы поперечного сечения струи при истечении её в атмосферу называется

а) кавитацией

б) коррегированием

в) инверсией

г) полиморфией

21. Скорость истечения жидкости через отверстие равна

а)  $V = \varphi^2 \cdot \sqrt{2gH}$

б)  $V = \sqrt{2gH}$

в)  $V = 2 \cdot \sqrt{2gH}$

г)  $V = \varphi \cdot \sqrt{2gH}$

22. Сжатие струи жидкости, вытекающей из резервуара через отверстие, обусловлено

а) вязкостью жидкости

б) движением жидкости к отверстию от различных направлений

в) давлением соседних с отверстием слоев жидкости

г) силой тяжести и силой инерции

23. Сложными называются трубопроводы

- а) имеющие значительную протяженность
- б) не имеющие ответвлений
- в) имеющие ответвления
- г) в которых местные потери напора малы
- д) в которых местные потери напора велики

24. Два открытых бака соединены простым длинным трубопроводом постоянного диаметра 150 мм (модуль расхода  $K=160,62$  л/с). Если перепад уровней в баках составляет 4,5 м, а длина его 55 м, то расход жидкости в трубе равен ... л/с.

- а) 17,05
- б) 4,6
- в) 34,1
- г) 45,95

25. Режим движения жидкости определяется

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

26. Гидравлические сопротивления делятся на

- а) линейные и квадратичные виды
- б) местные и нелинейные виды
- в) нелинейные и линейные виды
- г) местные и линейные виды

27. Максимальная скорость движения жидкости при ламинарном режиме

- а) у стенок трубопровода
- б) в центре трубопровода
- в) может быть максимальна в любом месте
- г) в начале трубопровода

28. Если ввести в движущуюся жидкость, находящуюся в стеклянной трубе (см. рисунок), подкрашенную жидкость и обнаружится, что жидкость движется как на данном рисунке, то речь идет о ... режиме движения.



- а) переходном
- б) ламинарном
- в) турбулентном
- г) кавитация

29. Установившееся движение характеризуется уравнениями



- а)  $u = f(x, y, z, t); P = \varphi(x, y, z)$
- б)  $u = f(x, y, z, t); P = \varphi(x, y, z, t)$
- в)  $u = f(x, y, z); P = \varphi(x, y, z, t)$
- г)  $u = f(x, y, z); P = \varphi(x, y, z)$

30. В закрытом сосуде эпюра избыточного давления в общем виде имеет вид ...

- а) треугольника
- б) трапеции

### 9.3.1 ШКАЛА И КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ

ответов на тестовые вопросы тестирования по итогам освоения дисциплины

- «зачтено» выставляется обучающемуся, если получено более 60% правильных ответов.
- «не зачтено» - выставляется обучающемуся, если получено менее 60% правильных ответов.

### 9.4 Перечень примерных вопросов к зачету

1. Какие вы знаете сходства и различия в свойствах жидкости и твердого тела?
2. Какие вы знаете сходства и различия в свойствах жидкости и газа?
3. Как найти объем жидкости, плотность и масса которой известны?
4. В чем различие понятий «плотность» и «удельный вес»?
5. Что такое сжимаемость капельной жидкости или газа?
6. Как определяется коэффициент термического расширения?
7. Если жидкость, полностью заполняющую закрытый недеформируемый сосуд, подогреть, то что произойдет с давлением в ней?
8. Какое из действий (увеличение или снижение давления над поверхностью жидкости) приведет к прекращению начавшегося кипения?
9. Как определяется коэффициент динамической вязкости? Какую размерность он имеет?
10. Какая связь существует между коэффициентами динамической и кинематической вязкости?
11. Если предположить, что вода и бензин имеют одинаковые значения кинематического коэффициента вязкости, то одинаковы ли при этом значения динамического коэффициента вязкости?
12. Дайте определения понятий «поверхностное натяжение» и «краевой угол смачивания».
13. Что такое гидростатическое давление?
14. Назовите свойства гидростатического давления.
15. Равновесие жидкости нарушится, когда минимальное абсолютное давление будет равно давлению насыщенного пара жидкости.
16. Запишите дифференциальные уравнение равновесия Эйлера.
17. Какой вид имеет дифференциальное уравнение поверхности уровня?
18. Перечислите и интерпретируйте свойства поверхности уровня равного давления.
19. Назовите условие равновесия невесомой жидкости.
20. Назовите условие равновесие жидкости в поле силы тяжести.
21. Дайте геометрическую и энергетическую интерпретацию основного уравнения гидростатики.
22. Как выглядят условия относительного равновесия жидкости в поле силы тяжести?
23. Какие условия равновесия газа в поле силы тяжести вы знаете?
24. В соответствии с какой формулой можно описать распределение давления воздуха по высоте?
25. Что описывает формула барометрического нивелирования?
26. Что такое равнодействующая сил давления, воспринимаемая стенкой?
27. Что называется центром давления?
28. Как определяется равнодействующая сил давления на
29. плоскую горизонтальную поверхность?
30. Как выглядит поверхность равного давления для случая
31. плоской горизонтальной поверхности?
32. На основании какого баланса определяется равнодействующая
33. сил давления на произвольно ориентированную плоскую поверхность?
34. Каким выражением определяется положение центра давления

35. относительно пьезометрической плоскости?
36. Каким выражением нужно использовать, чтобы определить
37. расстояние между центром давления и центром тяжести смоченной
38. поверхности?
39. Что называется телом давления?
40. Дайте словесное выражение закона Архимеда.
41. Что называется относительным покоем жидкости?
42. Какие массовые силы действуют на частицы жидкости в состоянии относительного покоя?
43. Каким соотношением описывается распределение давления в состоянии относительного покоя при равноускоренном движении сосуда с жидкостью?
44. Что представляют собой поверхности уровня равного давления при равноускоренном движении сосуда с жидкостью?
45. Каким соотношением описывается распределение давления в состоянии относительного покоя при равномерном вращении сосуда с жидкостью?
46. Что представляют собой поверхности уровня равного давления при равномерном вращении сосуда с жидкостью?
47. Какую систему уравнений называют уравнениями Эйлера?
48. Какую систему уравнений называют уравнениями Лагранжа?
49. Может ли кинематика одного и того же потока изучаться как методом Эйлера, так и методом Лагранжа?
50. Каким образом связаны друг с другом координаты Эйлера и
51. Лагранжа?
52. Какие движения называются установившимися и
53. неустановившимися?
54. Какие движения называются равномерными и неравномерными?
55. Что такое живое сечение, смоченный периметр гидравлический радиус, средняя скорость потока?
56. Дайте определение понятий «линия тока», «трубка тока».
57. Запишите уравнение линии тока.
58. Какой метод кинематического исследования преимущественно используется на практике?
59. Проявлением какого закона сохранения является уравнение неразрывности?
60. Какой вид имеет уравнение неразрывности для неустановившегося и установившегося движения несжимаемой среды?
61. Запишите обобщенную форму уравнения неразрывности.
62. На основании какого закона динамики исследуется кинематика потоков жидкости и газа?
63. Какой баланс сил рассматривается при выводе уравнения движения невязких жидкостей?
64. Как выглядит уравнение движения невязких жидкостей в обобщенной форме?
65. Напишите уравнение движения невязкой жидкости вдоль линии тока (одномерные уравнения Эйлера, Бернулли).
66. Какой баланс сил рассматривается при выводе уравнения движения вязких жидкостей?
67. Как преобразуется уравнение движения невязких жидкостей в уравнение движения вязкой жидкости с использованием компонент напряжений (нормальных и касательных)?
68. Запишите пространственную форму уравнения движения вязких жидкостей.
69. Как выглядит уравнение Бернулли (одномерная форма уравнения Эйлера) для вязкой жидкости при равенстве скоростей в каждой точке проходного сечения?
70. Как выглядит уравнение Бернулли для потока вязкой среды?
71. Что такое коэффициент Кориолиса?
72. На какие составляющие можно разложить сопротивление жидкостей и газов движущимся в них телам?
73. Какое явление называют кризисом сопротивления?
74. Каким образом распределяется давление по поверхности обтекаемого тела?
75. Что называют пограничным слоем?
76. Как определяется толщина пограничного слоя?
77. Каков механизм отрыва пограничного слоя?
78. Что такое гидродинамический (аэродинамический) след?
79. Дайте определение понятия «сопротивление при течении вязких жидкостей в каналах».
80. Как называется и как выглядит уравнение для расчета потерь напора на трение?
81. Для чего используется уравнение Никурадзе?
82. Как выглядит уравнение для расчета местных сопротивлений?
83. Какие местные сопротивления вы знаете?
84. Что понимается под обобщенным коэффициентом сопротивления?
85. Какие два случая необходимо различать при рассмотрении скорости распространения возмущений в газовой среде?

86. Какие колебания называются звуковыми?
87. Какое уравнение сохранения используется при рассмотрении скорости звука?
88. Как можно определить скорость звука при адиабатическом, изоэнтропном течении газа?
89. Какой вид будет иметь закон сохранения полной (механической и внутренней) энергии газового потока, при условии адиабатичности процесса распространения колебаний в газовой среде, в любом сечении сужающегося канала?
90. Что такое кризис течения в сужающемся канале? Какими параметрами он характеризуется?
91. Чему будет равняться скорость течения в выходном сечении сужающегося канала при значении давления окружающей среды, меньшем критического давления?
92. Чему будет равняться скорость течения в выходном сечении сужающегося канала при значении давления окружающей среды, большем критического давления?
93. Можно ли получить в сужающемся канале скорость больше критической?
94. Что нужно для того, чтобы в выходном канале устанавливалось давление окружающей среды меньше критического давления?
95. Какой канал называют соплом Лавалля?
96. Что означает понятие «скачок уплотнения» и при каких режимах течения газа он возникает?
97. Что означает понятие «торможение потока»?
98. Какое значение для различных сечений имеют параметры торможения адиабатического изоэнтропного потока газа?
99. Какое значение для различных сечений имеют параметры торможения адиабатического изоэнтропного потока газа с трением, для которого энтропия вдоль потока меняется?
100. Какая связь между критическими параметрами и параметрами торможения?
101. Что называется газодинамической функцией?
102. Что описывает число Маха?
103. Что называется коэффициентом скорости?

Как определить режим течения с использованием числа Маха?

#### 10. Информационное и методическое обеспечение учебного процесса по дисциплине

В соответствии с действующими государственными требованиями для реализации учебного процесса по дисциплине обеспечивающей кафедрой разрабатывается и постоянно совершенствуется учебно-методический комплекс (УМКД), соответствующий данной рабочей программе и прилагаемый к ней. При разработке УМКД кафедра руководствуется установленными университетом требованиями к его структуре, содержанию и оформлению. В состав УМКД входят перечисленные ниже и другие источники учебной и учебно-методической информации, средства наглядности.

Электронная версия актуального УМКД, адаптированная для обучающихся, выставляется в информационно-образовательной среде университета.

<b>ПЕРЕЧЕНЬ литературы, рекомендуемой для изучения дисциплины</b>	
Автор, наименование, выходные данные	Доступ
Гидрогазодинамика : учебно-методическое пособие / составители И. В. Верхотурова, О. А. Агапьятова. — Благовещенск : АмГУ, 2017 — Часть 1 : Гидромеханика — 2017. — 82 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/156559">https://e.lanbook.com/book/156559</a>	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Гидрогазодинамика : учебно-методическое пособие / составители И. В. Верхотурова. — Благовещенск : АмГУ, 2017 — Часть 2 : Газовая динамика — 2019. — 73 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/156560">https://e.lanbook.com/book/156560</a>	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Дюкова, И. Н. Теплотехника. Контрольная работа по курсу «Гидрогазодинамика»: методические указания для студентов очной и заочной форм обучения по направлению 280700.62 «Техносферная безопасность»: методические указания / И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2013. — 20 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/45382">https://e.lanbook.com/book/45382</a>	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Исаев А. П. Гидравлика и гидромеханизация сельскохозяйственных процессов: учеб. пособие для вузов. - М. : Агропромиздат, 1990. - 400 с.	НСХБ

Крестин, Е. А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов : учебное пособие для вузов / Е. А. Крестин, И. Е. Крестин. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-7345-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/158956">https://e.lanbook.com/book/158956</a>	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Кудинов, А. А. Гидрогазодинамика : учеб. пособие / А.А. Кудинов. — Москва : ИНФРА-М, 2018. — 336 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010326-6. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/918073">https://znanium.com/catalog/product/918073</a>	<a href="https://new.znanium.com">https://new.znanium.com</a>
Куликов, А. А. Гидрогазодинамика : учебное пособие / А. А. Куликов, И. В. Иванова, И. Н. Дюкова. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2015. — 64 с. — ISBN 978-5-9239-0760-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/68444">https://e.lanbook.com/book/68444</a>	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>
Шейпак, А. А. Гидравлика и гидродневнопривод. Основы механики жидкости и газа : учебник / А.А. Шейпак. — 6-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2019. — 272 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-011848-2. - Текст : электронный. - URL: <a href="https://znanium.com/catalog/product/1000106">https://znanium.com/catalog/product/1000106</a>	<a href="https://new.znanium.com">https://new.znanium.com</a>
Штеренлихт Д. В. Гидравлика : учеб. для вузов. - М. : КолосС, 2004. - 656 с.	НСХБ
Водные ресурсы: журнал/ Рос. акад. наук. - М. : Наука, 1972 - .	НСХБ
Экология: журнал/ Рос. акад. наук. - М. : Наука, 1970 - .	НСХБ

## 11. Применение электронного обучения, дистанционных образовательных технологий при реализации дисциплины

При реализации программы дисциплины применяются электронное обучение, дистанционные образовательные технологии. В электронной информационно-образовательной среде университета (ЭИОС, <https://do.omgau.ru/>) в рамках дисциплины создан электронный обучающий курс, содержащий учебно-методические, теоретические материалы, информационные материалы для освоения дисциплины, доступные в режиме удаленного доступа по индивидуальному логину и паролю. Через электронный курс студентам обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных и изданиям электронных библиотечных систем, состав которых определен в рабочей программе.

Работа студентов по освоению образовательной программы в рамках дисциплины проходит как в аудиториях университета, так и в формате онлайн-работы, которая предусматривает синхронное и асинхронное взаимодействие. Синхронное взаимодействие осуществляется с применением инструментов видеоконференцсвязи и онлайн-инструментов, в т.ч. ЭИОС. Решение о проведении синхронных занятий, а также конкретизация даты и времени мероприятий происходит в процессе изучения курса в личном кабинете студента. Образовательный процесс проходит в соответствии с утвержденным расписанием занятий и графиком освоения дисциплины, который выставляется преподавателем на странице электронного курса дисциплины.

**Лекционные занятия** посвящены рассмотрению ключевых, базовых положений курса и разъяснению учебных заданий, выносимых на самостоятельную проработку. Рекомендуется последовательно знакомиться с содержанием учебного материала, который представлен в текстовом формате и (или) в формате видео-лекций, и (или) онлайн лекций. Рекомендуется активно участвовать в дискуссиях, задавать уточняющие/интересующие вопросы по тематике дисциплины преподавателю посредством Форума/ Чата/ Вебинара. При реализации дисциплины могут использоваться материалы MOOK (массовый открытый онлайн-курс). В случае применения MOOK преподавателем на странице дисциплины в ЭИОС размещаются ссылка на онлайн-курс, инструкции и сроки по изучению его материалов.

**Практические / лабораторные работы** предназначены для приобретения опыта практической реализации образовательной программы. Методические указания к выполняемым работам прорабатываются студентами во время самостоятельной подготовки.

**Самостоятельная работа** студентов включает следующие виды: проработка учебного материала лекций, подготовка к лабораторным и практическим работам, подготовка к текущему контролю и другие виды самостоятельной работы. Результаты всех видов работы студентов формируются в журнале оценок в ЭИОС и учитываются на промежуточной аттестации. Самостоятельная работа предусматривает не только проработку материалов лекционного курса, но и их расширение в результате анализа, структурирования и представления в компактном виде современной информации из всех возможных источников.

В течение семестра студент выполняет установленные программой дисциплины задания по материалам лекций и практическим занятиям. Выполненные задания отправляются преподавателю

средствами ЭИОС (прикрепив файл с ответом в соответствующий элемент задания) и/или посредством используемых онлайн-инструментов.

**Текущий контроль успеваемости** проводится в течение каждого раздела (модуля) дисциплины. Текущий контроль может включать в себя, в том числе прохождение тестов (часть из них носит обязательный характер, часть из них может быть направлена на самопроверку знаний). Шкала и критерии оценки по всем видам работ, выполняемых студентами за период освоения дисциплины отражены в рабочей программе дисциплины и в методических указаниях по ее освоению.

По итогам изучения учебной дисциплины в семестре студент получает доступ к прохождению **промежуточной аттестации**. Для завершения работы по освоению дисциплины и получения допуска к промежуточной аттестации необходимо выполнить все контрольные мероприятия в рамках текущего контроля. Промежуточная аттестация может осуществляться как в традиционной форме в аудиториях университета (по вопросам и билетам), так и с использованием электронных средств (в режиме видеоконференцсвязи с обязательной идентификацией пользователя). Условия проведения промежуточной аттестации определяются университетом и заблаговременно доводятся преподавателем до обучающихся.

С локальными нормативными документами по организации образовательного процесса с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий, по работе в электронной информационно-образовательной среде обучающиеся могут ознакомиться на официальном сайте университета и в ЭИОС ОмГАУ-Moodle.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Омский государственный аграрный университет

имени П.А. Столыпина»

Факультет агрохимии, почвоведения,  
экологии, природообустройства и водопользования

Кафедра природообустройства,  
водопользования и охраны водных ресурсов

Направление – 20.03.01 – Техносферная безопасность»

Индивидуальное задание

по дисциплине Гидрогазодинамика

на тему: \_\_\_\_\_

Выполнил(а): ст. \_\_\_\_ группы

ФИО \_\_\_\_\_

Проверил(а): *уч. степень, должность*

ФИО \_\_\_\_\_

Омск – \_\_\_\_\_ г.