

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 16.02.2018  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Естественнонаучный  
Кафедра Общей и теоретической физики

Утверждено  
на заседании кафедры  
протокол № 1 от 28.08.2018  
Зав. кафедрой

  
Ахметова О.В.

Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина Гидрогазодинамика

Блок Б1, вариативная часть, Б1.В.11

цикл дисциплины и его часть (базовая, вариативная, дисциплина по выбору)

Направление

20.03.01

Техносферная безопасность

код

наименование направления или специальности

Программа

Безопасность технологических процессов и производств

Разработчик (составитель)

к.ф.-м.н.

М.А. Зеленова

ученая степень, ученое звание, ФИО

  
подпись

28.08.2018

дата

## Оглавление

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).....	3
1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы.....	3
1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	3
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся.....	4
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	4
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах) ...	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам).....	5
5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю).....	11
6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.....	11
6.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....	14
6.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.....	22
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....	24
7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).....	24
7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля).....	24
7.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).....	25
8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	25
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....	26

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

### 1.1. Перечень планируемых результатов освоения образовательной программы

Выпускник, освоивший программу высшего образования, в рамках изучаемой дисциплины, должен обладать компетенциями, соответствующими виду (видам) профессиональной деятельности, на который (которые) ориентирована программа:

1. Владением культурой безопасности и рискориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК-7);
2. Готовностью осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации (ПК-18);

### 1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (компетенции)	Этапы формирования компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)
<i>Владением культурой безопасности и рискориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК-7)</i>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: – основные физические свойства жидкостей и газов ; – основные принципы макроскопического описания сплошных сред; – уравнения гидродинамики идеальной жидкости; – уравнения гидродинамики вязкой жидкости; – уравнения газовой динамики.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: – производить расчеты: равновесия жидкостей и газов; – производить расчет массообмена при различных комбинациях видов фаз.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: – методиками проведения типовых гидродинамических расчетов течений жидкости и газа для различных классов задач.
<i>Готовностью осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации (ПК-18)</i>	1 этап: Знания	Обучающийся должен знать: теорию гидродинамических сопротивлений; – установленные и не установленные движения жидкости и газа в пористой среде; – основы теории многофазных систем; особенности фильтрации неньютоновской жидкости; – о роли ЭВМ в физических исследованиях; – о методах расчета движения несжимаемой и сжимаемой жидкости в каналах различной формы.
	2 этап: Умения	Обучающийся должен уметь: – производить численные расчеты движения и истечения жидкостей и газов в различных средах.
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Обучающийся должен владеть: – способностью выполнять оценочные расчеты.

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина реализуется в рамках *вариативной* части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: Физика, Высшая математика.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 4 зачетных единиц (з.е.), 144 академических часов.

Объем дисциплины	Всего часов		
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения	Очно-заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144		
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	49.2		
лекций	20		
практических	14		
лабораторных	14		
контроль самостоятельной работы			
формы контактной работы (консультации перед экзаменом, прием экзаменов и зачетов, выполнение курсовых, контрольных работ)	1.2		
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СРС)	60		
Учебных часов на контроль:			
экзамен	34.8		

**4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий**

**4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)**

Очная форма

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СРС
		Лек	Сем/ Пр	Лаб	
1	Предмет гидродинамики. Математический аппарат, применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства. Модели сплошных сред	2	4	2	10
1.1	Предмет гидродинамики. Математический аппарат,	1	0	1	2

	применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства.				
1.2	Модели сплошных сред. Движение сплошной среды. Законы сохранения в МСС и следствия	1	4	1	2
2	<b>Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел. Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа</b>	2	2	2	10
2.1	Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел.	1	2	1	5
2.2	Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа	1	0	1	5
3	<b>Гидрогазостатика. Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда Равновесие газа в поле силы тяжести Относительный покой</b>	4	4	2	10
3.1	Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда	2	2	1	5
3.2	Равновесие газа в поле силы тяжести. Относительный покой	2	2	1	5
4	<b>Основы гидродинамики. Виды движения жидкости. Уравнения движения Навье-Стокса и виды решений. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь</b>	4	4	2	10
4.1	Виды движения жидкости. Движение идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения неразрывности Уравнения движения Навье-Стокса	2	2	1	5
4.2	Уравнение Бернулли для вязкой Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь	2	2	1	5
5	<b>Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой. Сопротивление давления при внешнем обтекании тел .Одномерный поток газа Ударные волны и скачки уплотнения</b>	4		2	10
5.1	Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой.	2		1	5
5.2	Сопротивление давления при внешнем обтекании тел. Одномерный поток газа Ударные волны и скачки уплотнения	2		1	5
6	<b>Свободный пограничный слой. Струи. Физическое моделирование; критерии подобия. Фильтрация в засыпках фильтров Динамические воздействия при взаимодействии инерционных волн и вихревой структуры</b>	4		4	10
6.1	Свободный пограничный слой. Струи Физическое моделирование; критерии подобия	2		2	5
6.2	Фильтрация в засыпках фильтров Динамические воздействия при взаимодействии инерционных волн и вихревой структуры	2		2	5
	<b>ИТОГО</b>	<b>20</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>60</b>

#### 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Предмет гидродинамики. Математический аппарат, применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства. Модели сплошных сред</b>	
1.1	Предмет гидродинамики. Математический аппарат, применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства.	Математический аппарат, применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства.
1.2	Модели сплошных сред. Движение сплошной среды. Законы сохранения в МСС и их следствия	Виды моделей СС. Способы описания законов движения СС. Законы сохранения энергии, импульса, массы, количества вещества.
<b>2</b>	<b>Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел. Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа</b>	
2.1	Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел.	Примеры простейших течений. Ламинарное, турбулентное течения. Модель выровненного профиля течения. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел.
2.2	Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа	Закон Паскаля. Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа
<b>3</b>	<b>Гидрогазостатика. Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда Равновесие газа в поле силы тяжести Относительный покой</b>	
3.1	Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда	Основной закон гидростатики. Сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда
3.2	Равновесие газа в поле силы тяжести. Относительный покой	Критерии равновесия газа в поле силы тяжести. Относительный покой
<b>4</b>	<b>Основы гидродинамики. Виды движения жидкости. Уравнения движения Навье-Стокса и виды решений. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь</b>	
4.1	Виды движения жидкости. Движение идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения неразрывности Уравнения движения Навье-Стокса	Виды движения жидкости. Движение идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения неразрывности Уравнения движения Навье-Стокса
4.2	Уравнение Бернулли для вязкой Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь	Уравнение Бернулли для вязкой Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь
<b>5</b>	<b>Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой. Сопротивление давления при внешнем обтекании тел. Одномерный поток газа Ударные волны и скачки уплотнения</b>	
5.1	Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой.	Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой.
5.2	Сопротивление давления при внешнем обтекании тел. Одномерный поток газа Ударные волны и скачки уплотнения	Сопротивление давления при внешнем обтекании тел. Одномерный поток газа Ударные волны и скачки уплотнения
<b>6</b>	<b>Свободный пограничный слой. Струи. Физическое моделирование; критерии подобия. Фильтрация в засыпках фильтров Динамические воздействия при взаимодействии инерционных волн и вихревой структуры</b>	
6.1	Свободный пограничный слой. Струи Физическое моделирование; критерии подобия	Свободный пограничный слой. Струи Физическое моделирование; критерии подобия
6.2	Фильтрация в засыпках фильтров Динамические воздействия при взаимодействии инерционных волн и вихревой структуры	Фильтрация в засыпках фильтров Динамические воздействия при взаимодействии инерционных волн и вихревой структуры

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	<b>Предмет гидродинамики. Математический аппарат, применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства. Модели сплошных сред</b>	
1.2	Модели сплошных сред. Движение сплошной среды. Законы сохранения в МСС и следствия	Решение задач по теме
2	<b>Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел. Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа</b>	
2.2	Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа	Решение задач по теме
3	<b>Гидрогазостатика. Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда Равновесие газа в поле силы тяжести Относительный покой</b>	
3.1	Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда	Решение задач по теме
3.2	Равновесие газа в поле силы тяжести. Относительный покой	Решение задач по теме
4	<b>Основы гидродинамики. Виды движения жидкости. Уравнения движения Навье-Стокса и виды решений. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь</b>	
4.1	Виды движения жидкости. Движение идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения неразрывности Уравнения движения Навье-Стокса жидкости	Решение задач по теме
4.2	Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь	Решение задач по теме
5	<b>Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой. Сопротивление давления при внешнем обтекании тел. Одномерный поток газа Ударные волны и скачки уплотнения</b>	
5.1	Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой.	Решение задач по теме

Курс лабораторных работ

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
1	<b>Предмет гидродинамики. Математический аппарат, применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства. Модели сплошных сред</b>	
1.2	Модели сплошных сред. Движение сплошной среды. Законы сохранения в МСС и следствия	Определение коэффициента поверхностного натяжения жидкостей. Изучение капиллярных явлений. Определение скорости воздушного потока
2	<b>Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел. Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа</b>	
2.1	Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел.	Моделирование режимов течения. Исследование физических параметров жидкости при различных режимах течения.
3	<b>Гидрогазостатика. Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда Равновесие газа в поле силы тяжести Относительный покой</b>	
3.1	Основное уравнение гидростатики, сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда	Практическое применение основного уравнения гидростатики. Принцип сообщающихся сосудов и его использование. Пневматическое измерение уровня жидкости в резервуаре. Гидростатические машины. Давление жидкости на плоскую поверхность.
3.2	Равновесие газа в поле силы тяжести.	Давление в покоящейся жидкости.

	Относительный покой	Равновесие несжимаемой жидкости в поле силы тяжести.
<b>4</b>	<b>Основы гидродинамики. Виды движения жидкости. Уравнения движения Навье-Стокса и виды решений. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь</b>	
4.1	Виды движения жидкости. Движение идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения неразрывности Уравнения движения Навье-Стокса	Исследование установившегося движение в прямой трубе.
4.2	Уравнение Бернулли для вязкой Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь	Опытная проверка уравнения Бернулли. Графическая иллюстрация уравнения Бернулли.

## 5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Внеаудиторными формами и инструментами самостоятельной работы студентов по дисциплине являются: изучение дополнительного теоретического материала, выполнение домашних заданий, выполнение лабораторных заданий, подготовка к экзамену. Подробный перечень тем, выносимых на самостоятельное изучение представлен ниже:

№ п/п	Наименование раздела /темы дисциплины	трудоемкость (в часах)
1	<b>Предмет гидродинамики. Математический аппарат, применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства. Модели сплошных сред</b>	8
1.1	Предмет гидродинамики. Математический аппарат, применяемый для описания динамики сплошной среды. Жидкость и ее физические свойства.	4
1.2	Модели сплошных сред. Движение сплошной среды. Законы сохранения в МСС и следствия	4
2	<b>Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел. Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа</b>	10
2.1	Примеры простейших течений. Реализация принципа отвердевания линий тока при внешнем обтекании тел.	4
2.2	Уравнения динамики в напряжениях и его частные решения для идеальной жидкости и газа	6
3	<b>Гидрогазостатика. Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда Равновесие газа в поле силы тяжести Относительный покой</b>	10
3.1	Основное уравнение гидростатики; сообщающиеся сосуды. Давление жидкости на стенку сосуда	4
3.2	Равновесие газа в поле силы тяжести. Относительный покой	6
4	<b>Основы гидродинамики. Виды движения жидкости. Уравнения движения Навье-Стокса и виды решений. Уравнение Бернулли для вязкой жидкости. Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь</b>	10
4.1	Виды движения жидкости. Движение идеальной жидкости. Дифференциальные уравнения неразрывности Уравнения движения Навье-Стокса	6
4.2	Уравнение Бернулли для вязкой Гидравлические сопротивления. Истечение из отверстий и насадок Расчет гидродинамических потерь	4
5	<b>Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой. Сопротивление давления при внешнем обтекании тел .Одномерный поток газа Ударные волны и скачки уплотнения</b>	10
5.1	Определение мощности насосов на валу Гидравлические удары. Кавитация. Динамический тепловой пограничный слой.	6
5.2	Сопротивление давления при внешнем обтекании тел. Одномерный поток газа Ударные волны и скачки уплотнения	4
6	<b>Свободный пограничный слой. Струи. Физическое моделирование; критерии подобия. Фильтрация в засыпках фильтров Динамические воздействия при взаимодействии инерционных волн и вихревой структуры</b>	10
6.1	Свободный пограничный слой. Струи Физическое моделирование; критерии подобия	6
6.2	Фильтрация в засыпках фильтров Динамические воздействия при взаимодействии инерционных волн и вихревой структуры	4

	<b>ИТОГО</b>	<b>58</b>
--	--------------	-----------

В качестве учебно-методических материалов, которые помогают обучающемуся организовать самостоятельное изучение тем (вопросов) дисциплины используются примеры и задачи из изданий, входящих в список литературы.

## 6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

### 6.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования и описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания.

Планируемые результаты освоения образовательной программы	Этап	Показатели и критерии оценивания результатов обучения				Вид оценочного средства
		3.				
		неуд.	удовл.	хорошо	отлично	
<p><i>Владением культурой безопасности и рискориентированным мышлением, при котором вопросы безопасности и сохранения окружающей среды рассматриваются в качестве важнейших приоритетов в жизни и деятельности (ОК-7);</i></p>	1 этап: Знания	Отсутствие знаний об основных физических свойствах жидкостей и газов; - основных принципах макроскопического описания сплошных сред; - уравнениях гидродинамики идеальной жидкости; - уравнениях гидродинамики вязкой жидкости; - уравнениях газовой динамики;	Неполные представления об – основных физических свойствах жидкостей и газов ; - основных принципах макроскопического описания сплошных сред; - уравнениях гидродинамики идеальной жидкости; - уравнениях гидродинамики вязкой жидкости; - уравнениях газовой динамики;	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления об – основных физических свойствах жидкостей и газов ; - основных принципах макроскопического описания сплошных сред; - уравнениях гидродинамики идеальной жидкости; - уравнениях гидродинамики вязкой жидкости; - уравнениях газовой динамики;	Сформированные систематические представления об – основных физических свойствах жидкостей и газов ; - основных принципах макроскопического описания сплошных сред; - уравнениях гидродинамики идеальной жидкости; - уравнениях гидродинамики вязкой жидкости; - уравнениях газовой динамики;	Коллоквиум. Тест
	2 этап: Умения	Отсутствие умений: -производить расчеты: равновесия жидкостей и газов; -производить расчет массообмена при различных	В целом успешное, но не систематическое применение умения –производить расчеты: равновесия жидкостей и газов;	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы применение умения –производить расчеты: равновесия жидкостей и газов;	Сформированное умение –производить расчеты: равновесия жидкостей и газов; -производить расчет массообмена при	Решение задач у доски

		комбинациях видов фаз	-производить расчет массообмена при различных комбинациях видов фаз	-производить расчет массообмена при различных комбинациях видов фаз	различных комбинациях видов фаз	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Отсутствие навыков владения –методиками проведения типовых гидродинамических расчетов течений жидкости и газа для различных классов задач.	В целом успешное, но непоследовательное владение –методиками проведения типовых гидродинамических расчетов течений жидкости и газа для различных классов задач;	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение –методиками проведения типовых гидродинамических расчетов течений жидкости и газа для различных классов задач;	Успешное и последовательное владение –методиками проведения типовых гидродинамических расчетов течений жидкости и газа для различных классов задач;	Контрольная работа. Отчет по лабораторным работам
<i>Готовностью осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации (ПК-18);</i>	1 этап: Знания	Отсутствие знаний о - теории гидродинамических сопротивлений; - основах теории многофазных систем; особенностях фильтрации неньютоновской жидкости; – о роли ЭВМ в физических исследованиях; – о методах расчета движения несжимаемой и сжимаемой жидкости в каналах различной формы	Неполные представления о - теории гидродинамических сопротивлений; - основах теории многофазных систем; особенностях фильтрации неньютоновской жидкости; – о роли ЭВМ в физических исследованиях; – о методах расчета движения несжимаемой и сжимаемой жидкости в каналах различной формы	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о - теории гидродинамических сопротивлений; - основах теории многофазных систем; особенностях фильтрации неньютоновской жидкости; – о роли ЭВМ в физических исследованиях; – о методах расчета движения несжимаемой и сжимаемой жидкости в каналах различной формы	Сформированные систематические представления о - теории гидродинамических сопротивлений; - основах теории многофазных систем; особенностях фильтрации неньютоновской жидкости; – о роли ЭВМ в физических исследованиях; – о методах расчета движения несжимаемой и сжимаемой жидкости в каналах различной формы	Коллоквиум. Тест
	2 этап: Умения	Отсутствие умений производить	В целом успешное, но не	В целом успешное, но содержащее	Сформированное умение	Решение задач у доски

		численные расчеты движения и истечения жидкостей и газов в различных средах	систематическое применение умения производить численные расчеты движения и истечения жидкостей и газов в различных средах	отдельные пробелы применение умения производить численные расчеты движения и истечения жидкостей и газов в различных средах	производить численные расчеты движения и истечения жидкостей и газов в различных средах	
	3 этап: Владения (навыки / опыт деятельности)	Отсутствие навыков выполнения оценочных расчетов	В целом успешное, но непоследовательное владение навыками выполнения оценочных расчетов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками: выполнения оценочных расчетов	Успешное и последовательное владение навыками: выполнения оценочных расчетов	Контрольная работа. Отчет по лабораторным работам

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

### **Перечень вопросов к коллоквиуму**

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ОК-7** на этапе «Знания»

1. Жидкость и ее физические свойства.
2. Модели сплошных сред
3. Движение сплошной среды
4. Законы сохранения в модели сплошной среды
5. Основы гидростатики
6. Давление жидкости на стенку сосуда
7. Равновесие газа в поле силы тяжести
8. Движение идеальной жидкости.
9. Дифференциальные уравнения неразрывности
10. Движение действительной жидкости.
11. Уравнение Бернулли для действительной жидкости.
12. Расчет гидродинамических потерь.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-18** на этапе «Знания»

1. Обезразмеривание переменных. Критерий подобия
2. Автомодельные задачи.
3. Основы массопереноса
4. Диффузия в неподвижной среде.
5. Диффузия в движущейся среде.
6. Диффузия в многокомпонентных системах.
7. Основные дифференциальные уравнения геофильтрации.
8. Расчетные модели жесткого и упругого режимов фильтрации.
9. Элементы теории подобия для дифференциальных уравнений как основа математического моделирования фильтрации.
10. Внутреннее строение области фильтрации. Начальные и граничные условия. Простейшие типы плоских фильтрационных течений.
11. Методы решения задач стационарной фильтрации.
12. Методы решения задач нестационарной фильтрации на примере простейшего одномерного решения нестационарной фильтрации по методу Каменского.
13. Конечно-разностные уравнения и их применение к изучению нестационарной фильтрации на ЭВМ.

### **Тест**

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ОК-7** на этапе «Знания»

- 1.1. Что такое гидромеханика?**
- а) наука о движении жидкости;
  - б) наука о равновесии жидкостей;
  - в) наука о взаимодействии жидкостей;
  - г) наука о равновесии и движении жидкостей.

**1.2. Что такое жидкость?**

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

**1.3. Какая из этих жидкостей не является капельной?**

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

**1.4. Какая из этих жидкостей не является газообразной?**

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

**1.5. Реальной жидкостью называется жидкость**

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

**1.6. Идеальной жидкостью называется**

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

**1.7. На какие виды разделяют действующие на жидкость внешние силы?**

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

**1.8. Какие силы называются массовыми?**

- а) сила тяжести и сила инерции;
- б) сила молекулярная и сила тяжести;
- в) сила инерции и сила гравитационная;
- г) сила давления и сила поверхностная.

**1.9. Какие силы называются поверхностными?**

- 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.

**1.10. Жидкость находится под давлением. Что это означает?**

- а) жидкость находится в состоянии покоя;
- б) жидкость течет;
- в) на жидкость действует сила;
- г) жидкость изменяет форму.

**1.11. В каких единицах измеряется давление в системе измерения СИ?**

- а) в паскалях;
- б) в джоулях;

- в) в барах;
- г) в стоках.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-18** на этапе «Знания»

**2.1.** Как называются разделы, на которые делится гидравлика?

- а) гидростатика и гидромеханика;
- б) гидромеханика и гидродинамика;
- в) гидростатика и гидродинамика;
- г) гидрология и гидромеханика.

**2.2.** Раздел гидравлики, в котором рассматриваются законы равновесия жидкости называется

- а) гидростатика;
- б) гидродинамика;
- в) гидромеханика;
- г) гидравлическая теория равновесия.

**2.3.** Гидростатическое давление - это давление присутствующее

- а) в движущейся жидкости;
- б) в покоящейся жидкости;
- в) в жидкости, находящейся под избыточным давлением;
- г) в жидкости, помещенной в резервуар.

**2.4.** Какие частицы жидкости испытывают наибольшее напряжение сжатия от действия гидростатического давления?

- а) находящиеся на дне резервуара;
- б) находящиеся на свободной поверхности;
- в) находящиеся у боковых стенок резервуара;
- г) находящиеся в центре тяжести рассматриваемого объема жидкости.

**2.5.** Среднее гидростатическое давление, действующее на дно резервуара равно

- а) произведению глубины резервуара на площадь его дна и плотность;
- б) произведению веса жидкости на глубину резервуара;
- в) отношению объема жидкости к ее плоскости;
- г) отношению веса жидкости к площади дна резервуара.

**2.6.** Первое свойство гидростатического давления гласит

- а) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует от рассматриваемого объема;
- б) в любой точке жидкости гидростатическое давление перпендикулярно площадке касательной к выделенному объему и действует внутрь рассматриваемого объема;
- в) в каждой точке жидкости гидростатическое давление действует параллельно площадке касательной к выделенному объему и направлено произвольно;
- г) гидростатическое давление неизменно во всех направлениях и всегда перпендикулярно в точке его приложения к выделенному объему.

**2.7.** 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.

**2.8.** Третье свойство гидростатического давления гласит

- а) гидростатическое давление в любой точке не зависит от ее координат в пространстве;
- б) гидростатическое давление в точке зависит от ее координат в пространстве;
- в) гидростатическое давление зависит от плотности жидкости;
- г) гидростатическое давление всегда превышает давление, действующее на свободную поверхность жидкости.

**2.9.** Уравнение, позволяющее найти гидростатическое давление в любой точке рассматриваемого объема называется

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

**2.10.** Основное уравнение гидростатики позволяет

- а) определять давление, действующее на свободную поверхность;
- б) определять давление на дне резервуара;
- в) определять давление в любой точке рассматриваемого объема;
- г) определять давление, действующее на погруженное в жидкость тело.

### **Задачи для решения у доски**

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-7** на этапе «Умения»

1. Задан закон движения сплошной среды (простейшие примеры: простой сдвиг; одноосное растяжение; движение с линейной зависимостью эйлеровых координат от лагранжевых в каждый момент времени). Найти поле скорости и ускорения в лагранжевом и эйлеровом описании. Вычислить дивергенцию и ротор поля скорости.

2. Задано поле скоростей в эйлеровом представлении (примеры: поступательное движение; движение с линейным распределением скорости от пространственных координат). Найти закон движения. Определить, куда переместится известная материальная частица через некоторый промежуток времени.

3. Заданы поле физической величины и скорость движения сплошной среды в эйлеровом представлении. Найти полную производную этой физической величины.

4. Задано поле скорости. Найти поле ускорения.

5. Проверить, что для полной производной справедливо правило Лейбница дифференцирования произведения.

6. Задано поле скорости (примеры: твердотельное вращение; простой сдвиг). Найти траектории материальных частиц и линии тока в некоторый момент времени.

7. Задан потенциал скорости стационарного движения сплошной среды (примеры: источник (сток) на плоскости и в пространстве; вихревая линия). Найти поле скорости, линии тока.

8. Задано поле скорости в эйлеровом представлении (примеры: твердотельное движение; простой сдвиг; одноосное растяжение; движение с линейным распределением

скорости в зависимости от координаты). Найти компоненты тензора скоростей деформации.

9. Проверить, что ротор скорости для твердотельного движения сплошной среды равен удвоенной угловой скорости.

10. Доказать, что ротор градиента и дивергенция ротора равны нулю.

11. Проверить, что тензор второго ранга однозначно представим в виде суммы симметрического и антисимметрического тензоров.

12. Доказать, что свертка по двум индексам симметричного и антисимметричного тензоров равна нулю.

13. Доказать, что интеграл от вектора единичной нормали к замкнутой поверхности, вычисленный по этой поверхности, равен нулю.

14. Задана зависимость компонент тензора напряжений от пространственных координат. Найти вектор напряжения на заданной площадке в заданной точке. Найти силу, действующую на заданную поверхность со стороны вещества, находящегося по одну сторону поверхности.

15. Задано распределение давления в покоящейся жидкости. Найти силу, действующую со стороны жидкости на ограничивающую ее твердую стенку.

16. Для плоского напряженного состояния найти площадку, на которой касательное напряжение максимально.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-18** на этапе «Умения»

17. Для покоящейся сплошной среды известны компоненты тензора напряжений и плотность. Найти действующие на среду массовые силы.

18. В покоящейся невесомой среде известны некоторые компоненты тензора напряжений. Найти неизвестные компоненты.

19. Для одномерного движения сплошной среды вывести соотношения на поверхности разрыва, следующие из интегральных законов сохранения.

20. Вывести барометрическую формулу для изотермической атмосферы.

21. Найти высоту поднятия жидкости в капилляре, считая поверхность мениска сферической.

22. Найти момент сил давления, действующих на плавающий на поверхности жидкости брус прямоугольного поперечного сечения. Найти условия устойчивости равновесия.

23. Найти уравнения распространения малых возмущений в сжимаемой идеальной жидкости (газе) с заданной зависимостью давления от плотности. Найти скорость звука.

24. Найти время истечения тяжелой идеальной жидкости из сосуда с малыми (по сравнению с размерами сосуда) отверстием.

25. Тяжелая идеальная жидкость вращается в вертикальном цилиндрическом сосуде так, что скорость каждой материальной частицы зависит известным образом только от расстояния до оси сосуда. Найти форму свободной поверхности. При какой зависимости скорости от расстояния до оси вращения течение будет потенциальным?

26. Задан потенциал плоскопараллельного течения идеальной невесомой жидкости (примеры: течение внутри прямого угла; обтекание цилиндра (бесциркуляционное и циркуляционное)). Найти распределение давления. Проверить выполнение граничных условий на границе жидкости. Вычислить силу, действующую со стороны жидкости на часть границы.

27. Найти частоту малых колебаний тяжелой идеальной жидкости в прямоугольном бассейне.

28. Струя жидкости вытекает из водопроводного крана, попадает на подставленную под нее ложку и растекается в стороны тонкой пленкой. Известна скорость жидкости в струе и угол, который составляет с осью струи скорость жидкости,

отрывающейся от ложки. Пренебрегая действием вязкости и тяжести, найти силу, действующую на ложку со стороны струи.

29. Найти распределение скорости при течении вязкой жидкости между двумя параллельными пластинами под действием постоянного градиента давления. Найти силы, действующие на пластины со стороны жидкости (плоская задача Пуазейля).

30. Найти распределение скоростей в слое вязкой жидкости, текущей по наклонной плоскости в поле силы тяжести (задача о течении пленки).

31. Полубесконечный слой вязкой жидкости граничит с пластиной, которая движется в своей плоскости по известному закону (примеры: пластина начинает движение из состояния покоя; пластина колеблется по гармоническому закону). Найти движение жидкости.

32. Вязкая теплопроводная жидкость течет между параллельными пластинами, поддерживаемыми при разных температурах. Найти распределение температуры в жидкости и потоки тепла через пластины (плоская задача Куэтта).

33. В вертикальный цилиндрический канал, в котором находится слой пористого вещества, сверху наливают порцию жидкости, которая постепенно просачивается через пористый материал под действием силы тяжести. Найти закон, по которому меняется высота столба жидкости над пористым слоем (задача о работе фильтра для воды).

34. С помощью пи-теоремы найти зависимость периода малых колебаний воды в стакане от определяющих параметров явления.

35. Налитая в стакан горячая вода остывает за 10 минут. Через какое время охладится до той же температуры горячая вода, налитая во вдвое больший стакан?

36. С помощью пи-теоремы найти силу, которая действует со стороны жидкости на частицу, движущуюся с известной постоянной скоростью в вязкой жидкости, в зависимости от определяющих параметров.

### Контрольная работа

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-7** на этапе «Владения»

1. Лагранжево и эйлерово описание движения сплошной среды.
2. Полная производная, ее физический смысл и вычисление при лагранжевом и эйлеровом описании движения.
3. Траектории материальных частиц. Линии тока в заданный момент времени. Их нахождение по заданному полю скорости.
4. Тензор скоростей деформаций. Физический смысл его диагональных и внедиагональных компонент в декартовой системе координат.
5. Дивергенция скорости, ее физический смысл.
6. Закон сохранения массы в дифференциальной форме — уравнение неразрывности (две формы записи).
7. Введение вектора напряжения на мысленном разрезе сплошной среды. Тензор напряжений, физический смысл его компонент в декартовой системе координат. Выражение вектора напряжений через тензор напряжений и нормаль к площадке (формула Коши).
8. Уравнения баланса импульса в дифференциальной форме (уравнения движения сплошной среды).
9. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Вид вектора напряжения на площадке с заданной нормалью. Вычисление силы, действующей на тело в потоке идеальной жидкости.
10. Уравнение движения идеальной жидкости — уравнение Эйлера. Замкнутая система уравнений в случае течений однородной несжимаемой идеальной жидкости.

11. Типичные граничные условия. Условие непротекания на границе идеальной жидкости с твердым телом.
12. Интеграл Бернулли для установившихся течений идеальной несжимаемой жидкости в потенциальном поле массовых сил.
13. Потенциальные течения. Уравнение Лапласа для потенциала скорости для течения несжимаемой жидкости. Интеграл Коши — Лагранжа для течений идеальной несжимаемой жидкости в потенциальном поле массовых сил.
14. Использование интегральных соотношений, следующих из законов сохранения массы и импульса.

Перечень вопросов для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-18** на этапе «Владения»

15. Модель несжимаемой вязкой жидкости. Вид зависимости тензора напряжений от давления и тензора скоростей деформаций (закон Навье — Стокса). Коэффициент динамической вязкости. Коэффициент кинематической вязкости.
16. Уравнение движения для несжимаемой вязкой жидкости (уравнение Навье — Стокса). Замкнутая система уравнений для несжимаемой вязкой жидкости. Типичные граничные условия. Условие прилипания на границе с твердым телом.
17. Число Рейнольдса как отношение инерционных и вязких сил при стационарных течениях. Упрощение уравнения Навье — Стокса при малых числах Рейнольдса (уравнение Навье — Стокса в приближении Стокса).
18. Закон теплопроводности Фурье. Уравнение баланса энергии. Уравнение притока тепла. Уравнение теплопроводности как частный случай уравнения притока тепла для покоящейся жидкости.
18. Размерность физической величины. Формулировка пи-теоремы теории размерностей. Использование пи-теоремы для моделирования физических явлений. Критерии подобия.
19. Оценка порядков слагаемых в уравнениях механики сплошных сред.

### **Вопросы для отчета по лабораторным работам**

Перечень контрольных вопросов к лабораторным работам для оценки уровня сформированности компетенции **ОК-7** на этапе «Владения»

1. Дайте определение вязкости жидкости.
2. Назовите характеристики вязкости, их размерность и связь между ними
3. Как изменяется вязкость капельных жидкостей и газов при изменении температуры и давления
4. Что называется расходом жидкости и каковы единицы его измерения
5. Дайте определение средней скорости потока.
6. Какое различие между установившимся и неустановившимся движением жидкости?
7. В чем состоит отличие ламинарного режима от турбулентного
8. Перечислите факторы, от которых зависит режим течения жидкости
9. В чем смысл числа Рейнольдса?
10. Какова связь между полным, статическим и динамическим давлением?
11. В какую сторону действует сила поверхностного натяжения? Почему?
12. Чему равна сила, действующая на кольцо перед отрывом.
13. Будет ли эта сила такой же в случае, если для материала кольца не реализуется полное смачивание жидкостью?

14. Объяснить явление поверхностного натяжения. Что называется коэффициентом поверхностного натяжения? От каких факторов зависит коэффициент поверхностного натяжения?

15. Какие косвенные методы определения коэффициента поверхностного натяжения Вы знаете, их суть?

16. Можно ли методом отрыва кольца определить коэффициент поверхностного натяжения, если жидкость не смачивает кольцо, почему?

17. Объясните поднятие и опускание жидкостей в капиллярных трубках, можно ли определить  $\sigma$ , используя капиллярные трубки и как?

18. Способы и приборы для измерения скоростей воздуха.

19. Устройство анемометра.

20. В каких диапазонах скоростей используются анемометры различных типов?

21. Что называется избыточным давлением?

22. Может ли быть избыточное давление отрицательным?

23. Понятие о статическом, скоростном и общем давлениях. Как они определяются и измеряются?

24. Назначение и устройство микроманометра ММН.

25. Как устанавливается нуль шкалы в измерительной трубке?

26. Устройство и работа трехходового крана?

27. Какие давления измеряются с помощью микроманометра ММН и как?

28. Как определить расход воздуха в воздуховоде с использованием ММН.

Перечень контрольных вопросов к лабораторным работам для оценки уровня сформированности компетенции **ПК-18** на этапе «Владения»

29. Как связано динамическое давление со скоростью напора?

30. Каковы причины неравномерного распределения скорости в поперечном сечении потока реальной жидкости?

31. Что представляет собой коэффициент кинетической энергии (коэф-нт Кориолиса)? Перечислите формы механической энергии движущейся жидкости

32. Дайте определение удельной энергии жидкости и напора.

33. В чем отличие в записи уравнения Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости

34. Энергетический и геометрический смысл уравнения Бернулли и входящих в него членов.

35. Физический смысл коэффициента кинетической энергии  $\alpha$ .

36. Что представляет собой напорная и пьезометрическая линия?

37. Какой характер имеет напорная линия для потока идеальной и реальной жидкости?

38. Как можно измерить полный, пьезометрический, скоростной напор жидкости?

39. Критерий определения режима течения жидкости.

40. Ламинарное течение жидкости.

41. Турбулентное течение жидкости.

42. Основные расчетные формулы.

43. Закон сохранения энергии (уравнение Бернулли) для потока реальной несжимаемой жидкости.

43. Режимы течения жидкости в трубе.

44. Основные расчетные формулы.

45. Четыре характерные зоны графика Никурадзе.

46. Рассказать о сверхкритическом течении.

47. Рассказать о докритическом течении.

48. Общие уравнение истечения из резервуара ограниченной емкости.

49. Принципиальная схема экспериментальной установки.
50. Рассказать о расчетном режиме истечения из сопла Лавалья.
51. Рассказать о нерасчетном режиме истечения из сопла Лавалья.

### **Перечень вопросов к экзамену**

1. Жидкость и ее физические свойства.
2. Поверхностные и массовые силы и описывающие их величины.
3. Вязкость. Коэффициенты динамической и кинематической вязкости. Вязкая и невязкая жидкости.
4. Идеальный и реальный газы. Сжимаемость. Модуль сжатия. Модуль упругости.
5. Распространение малых возмущений и скорость звука.
2. Модели сплошных сред
3. Движение сплошной среды
4. Законы сохранения в модели сплошной среды
5. Основы гидростатики
6. Давление жидкости на стенку сосуда
7. Равновесие газа в поле силы тяжести
8. Движение идеальной жидкости.
9. Дифференциальные уравнения неразрывности
10. Движение действительной жидкости.
11. Уравнение Бернулли для действительной жидкости.
12. Расчет гидродинамических потерь.
13. Обезразмеривание переменных. Элементы теории подобия. Условия подобия процессов.
14. Критерии подобия в гидрогазодинамике. Числа Фруда, Эйлера, Рейнольдса, Струхала, Прандтля, Пуассона и их физический смысл.
15. Автомодельные задачи.
16. Основы массопереноса
17. Диффузия в неподвижной среде.
18. Диффузия в движущейся среде.
19. Диффузия в многокомпонентных системах.
20. Основные дифференциальные уравнения геофильтрации.
20. Расчетные модели жесткого и упругого режимов фильтрации.
21. Элементы теории подобия для дифференциальных уравнений как основа математического моделирования фильтрации.
22. Внутренне строение области фильтрации. Начальные и граничные условия. Простейшие типы плоских фильтрационных течений.
23. Методы решения задач стационарной фильтрации.
24. Методы решения задач нестационарной фильтрации на примере простейшего одномерные решения нестационарной фильтрации по методу Каменского.
25. Конечно-разностные уравнения и их применение к изучению нестационарной фильтрации на ЭВМ.

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

Виды учебной	Балл за	Число	Баллы
--------------	---------	-------	-------

деятельности студентов	конкретное задание	заданий за семестр	Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Решение задач у доски	5	2	0	10
2. Тестирование	5	1	0	5
<b>Рубежный контроль</b>				
3. Отчет по лабораторным работам	3	4	0	12
4. Контрольная работа	8	1	0	8
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Решение задач у доски	5	1	0	5
2. Коллоквиум	10	1	0	10
<b>Рубежный контроль</b>				
3. Отчет по лабораторным работам	3	3	0	9
4. Контрольная работа	11	1	0	11
<b>Поощрительные баллы</b>			<b>0</b>	<b>10</b>
<b>Итого</b>			<b>0</b>	<b>80</b>
<b>Итоговый контроль экзамен</b>			<b>0</b>	<b>30</b>
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
Посещение лекционных занятий			-6	0
Посещение практических (семинарских) занятий			-10	0
<b>ВСЕГО ЗА СЕМЕСТР</b>			<b>-16</b>	<b>110</b>

Объем и уровень сформированности компетенций целиком или на различных этапах у обучающихся оцениваются по результатам текущего контроля количественной оценкой, выраженной в рейтинговых баллах. Оценке подлежит каждое контрольное мероприятие.

При оценивании сформированности компетенций применяется четырехуровневая шкала «неудовлетворительно», «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

Максимальный балл по каждому виду оценочного средства определяется в рейтинг-плане и выражает полное (100%) освоение компетенции.

Уровень сформированности компетенции «хорошо» устанавливается в случае, когда объем выполненных заданий соответствующего оценочного средства составляет 80 - 100%; «удовлетворительно» – выполнено 40 - 80%; «неудовлетворительно» – выполнено 0 - 40%

Рейтинговый балл за выполнение части или полного объема заданий соответствующего оценочного средства выставляется по формуле:

$$\text{Рейтинговый балл} = k \times \text{Максимальный балл},$$

где  $k = 0,2$  при уровне освоения «неудовлетворительно»,  $k = 0,4$  при уровне освоения «удовлетворительно»,  $k = 0,8$  при уровне освоения «хорошо» и  $k = 1$  при уровне освоения «отлично».

Оценка на этапе промежуточной аттестации выставляется согласно Положению о модульно-рейтинговой системе обучения и оценки успеваемости студентов БашГУ:

- отлично - при накоплении от 80 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
- хорошо - при накоплении от 60 до 79 рейтинговых баллов,
- удовлетворительно - при накоплении от 45 до 59 рейтинговых баллов,
- неудовлетворительно - при накоплении менее 45 рейтинговых баллов.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### 7.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

#### Основная учебная литература:

1. Черняк, В.Г. Механика сплошных сред: учеб. пособие для студ. вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров «Физика». - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - 352с.: ил. - (В пер.). - ISBN 5-9221-0714-3 (30 экз.)
2. Крестин, Е.А. Задачник по гидравлике с примерами расчетов: учебное пособие / Е.А. Крестин. - 2-е изд., перераб. - Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. - 360 с. - ISBN 978-5-9585-0492-3.  
То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143486> (22.08.2018).

#### Дополнительная учебная литература:

1. Ханефт, А.В. Основы механики сплошных сред в примерах и задачах: учебное пособие / А.В. Ханефт. - Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2010. - Ч. 1. Гидродинамика. - 98 с. - ISBN 978-5-8353-1058-6.  
То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232317> (22.08.2018).
3. Крестин, Е.А. Гидравлика: учебное пособие / Е.А. Крестин. - Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. - 230 с. - ISBN 978-9585-0389-6.  
То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=143484> (22.08.2018).
2. Дмитриев, Е.А. Явления переноса массы в примерах и задачах: учебное пособие / Е.А. Дмитриев. - М.; Берлин: Директ-Медиа, 2015. - 104 с.: ил., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-4780-6.  
То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428677> (22.08.2018).

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)

№	Наименование документа с указанием реквизитов	Срок действия документа
1.	Электронно-библиотечная система ZNANIUM.COM, договор с ООО «ЗНАНИУМ» № 3151эбс от 31.05.2018	До 03.06.2019
2.	Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» (коллекция книг для СПО), договор от 31.05.2018.	До 02.06.2019
3.	Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online», договор с ООО «Нексмедиа» № 847 от 29.08.2017	До 01.10.2018
4.	Электронно-библиотечная система издательства «Лань», договор с ООО «Издательство «Лань» № 838 от 29.08.2017	До 01.10.2018

5.	База данных периодических изданий (на платформе East View EBSCO), договор с ООО «ИВИС» № 133-П 1650 от 03.07.2018	До 31.06.2019
6.	База данных периодических изданий на платформе Научной электронной библиотеки (eLibrary), Договор с ООО «РУНЭБ» № 1256 от 13.12.2017	До 31.12.2018
7.	Электронная база данных диссертаций РГБ, Договор с ФГБУ «РГБ» № 095/04/0220 от 6 дек. 2017 г.	До 07.12.2018
8.	Национальная электронная библиотека, Договор с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438 от 13 апр. 2016 г.	Бессрочный
9.	Электронно-библиотечная система «ЭБ БашГУ», договор с ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014	Бессрочный

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

<b>Наименование программного обеспечения</b>
Office Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc
Windows 7 Professional

**8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

<b>Вид учебных занятий</b>	<b>Организация деятельности обучающегося</b>
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии. Уделить внимание следующим понятиям (перечисление понятия) и др.
Практические занятия	Проработка рабочей программы, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины. Конспектирование источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы, работа с текстом (указать текст из источника и др.). Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, решение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму и др.

Контрольная работа / индивидуальные задания	Знакомство с основной и дополнительной литературой, включая справочные издания, зарубежные источники, конспект основных положений, терминов, сведений, требующихся для запоминания и являющихся основополагающими в этой теме. Составление аннотаций к прочитанным литературным источникам и др.
Практикум / лабораторная работа	Методические указания по выполнению лабораторных работ(можно указать название брошюры и где находится) и др.
Коллоквиум	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам и др.
Подготовка к экзамену (зачету)	При подготовке к экзамену (зачету) необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рекомендуемую литературу и др.
Тестирование	Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам по темам курса, работа со словарем терминов.

### **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций № 13	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы № 144	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры