

3+

уоп



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Аэрокосмический факультет
Кафедра «Ракетно-космическая
техника и энергетические системы»



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Н. В. Лобов

2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«ГИДРОМЕХАНИКА»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа специалитета

Специальность: 21.05.04 «Горное дело»

Специализации программы специалитета - «Подземная разработка рудных месторождений»
- «Электрификация и автоматизация горного производства»

(номер и наименование профиля/маг. программы/специализации)

Квалификация (степень) выпускника:

специалист

(специалист)

Специальное звание выпускника:

горный инженер

Выпускающие кафедры:

Горная электромеханика, Разработка месторождений полезных ископаемых

(наименование кафедры)

Форма обучения:

Очная

Курс: 4 .

Семестр(-ы): 8

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

4 ЗЕ

Часов по рабочему учебному плану:

144 ч

Виды контроля:

Экзамен: - 8 Зачёт: -

Курсовой проект: -

Курсовая работа: -

Пермь, 2017

Сев



Учебно-методический комплекс дисциплины «Гидромеханика» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 октября 2016 г. номер приказа «1298» по направлению подготовки специалистов 21.05.04 «Горное дело»;

- компетентностных моделей выпускника ОПОП по специальности подготовки 21.05.04 «Горное дело», специализациям «Подземная разработка рудных месторождений» и «Электрификация и автоматизация горного производства», утвержденных 24 июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базового учебного плана очной формы обучения по подготовке специалиста по специальности 21.05.04 «Горное дело», специализациям «Подземная разработка рудных месторождений» и «Электрификация и автоматизация горного производства», утвержденного 27 октября 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин физика, математика, геомеханика, геология, литология, участвующих в формировании компетенций совместно с данной дисциплиной.

Разработчик	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (учёная степень, звание)	 (подпись)	<u>В.В. Севастьянов</u> (инициалы, фамилия)
Рецензент	<u>д-р техн. наук, проф.</u> (учёная степень, звание)	 (подпись)	<u>Е.М. Набока</u> (инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Ракетно-космическая техника и энергетические системы» (РКТиЭС)


«22» 03 2017 г., протокол № 14

Заведующий кафедрой, ведущей дисциплину
«Ракетно-космическая техника и энергетические системы»

д-р техн. наук, проф. _____ (учёная степень, звание)	 (подпись)	<u>М.И. Соколовский</u> (инициалы, фамилия)
---	---	--

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией Аэрокосмического факультета «29» 03 2017 г., протокол № 6.

Председатель учебно-методической комиссии
Аэрокосмического факультета

канд. техн. наук, доц. (учёная степень, звание)	 (подпись)	<u>Н.Е. Чигодаев</u> (инициалы, фамилия)
--	---	---

СОГЛАСОВАНО


Заведующий выпускающей кафедрой «Горная электромеханика»

д-р техн. наук, проф. _____ (учёная степень, звание)	 (подпись)	<u>Г.Д. Трифанов</u>
---	---	----------------------

Заведующий выпускающей кафедрой
«Разработка месторождений полезных ископаемых»

д-р техн. наук _____	 (подпись)	<u>С.С. Андрейко</u>
----------------------	---	----------------------

Начальник управления образовательных программ, канд. техн. наук, доц.

_____	 (подпись)	<u>Д.С. Репецкий</u>
-------	---	----------------------

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – формирование знаний основных законов гидравлики, умений применять их для решения практических задач, владений типовыми методиками гидравлических расчетов трубопроводов машин и аппаратов нефтегазовых промыслов.

В процессе изучения данной дисциплины студент формирует следующие профессиональные компетенции:

- готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов (ОПК-5);
- готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов (ОПК-6).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- *изучение* основных законов равновесия и движения жидкости, газа, основных законов движения;
- *формирование* навыков для оценки параметров течения в технологических процессах нефтегазового производства;
- *формирование* умения выявлять и анализировать физическую сущность явлений, возникающих в гидропневмосистемах геолого-промышленного оборудования;
- *применение* полученных знаний, навыков и умений в профессиональной деятельности.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- виды, модели и физические свойства жидкости;
- силы, действующие в жидкости, гидростатическое давление и его свойства;
- основные уравнения и законы гидростатики (дифференциальные уравнения равновесия жидкости, гидростатический закон распределения давления, основное уравнение гидростатики, абсолютный и относительный покой жидкости, сила давления жидкости на стенки сосудов);
- основы кинематики жидкости (виды движения, струйная модель движущейся жидкости, одномерные потоки жидкости, понятия живого сечения, расхода, средней скорости, уравнение неразрывности для потока жидкости);

- основы гидродинамики (дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости, интеграл Бернулли, понятие напора, виды напоров, уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости и газов, область применимости и приложения уравнения Бернулли, закон изменения импульса и момента импульса объема жидкости);
- режимы движения жидкости в трубах (ламинарный и турбулентный, критическое значение числа Рейнольдса);
- гидравлические сопротивления (виды гидравлических сопротивлений, формулы для определения потерь напора на гидравлических сопротивлениях);
- установившееся движение жидкости по трубопроводам (характеристика трубопровода, соединение простых трубопроводов, гидравлический расчет трубопроводов);
- неустановившееся движение жидкости по трубопроводам (уравнение Бернулли для неустановившегося движения, явление гидроудара, формула Н.Е. Жуковского);
- истечение жидкости через отверстия и насадки, силовое воздействие потока на преграду;
- моделирование гидромеханических процессов (физическое моделирование, основные положения теории подобия, критерии подобия, математическое (численное) моделирование, программные продукты для решения задач гидравлики);
- приборы для измерения гидравлических параметров.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Гидромеханика» относится к базовой части Блока 1 Дисциплины (модули) и является обязательной при освоении ОПОП по специальности 21.05.04 «Горное дело», специализациям «Подземная разработка рудных месторождений», «Электрификация и автоматизация горного производства».

В результате изучения дисциплины обучающийся должен демонстрировать следующие результаты:

Знать

- основные физические свойства жидкостей и газов;
- общие законы статики и кинематики жидкостей и их взаимодействия с твердыми телами и оконтуривающими поверхностями;
- методику описания относительного покоя жидкости;
- элементы струйной модели движущейся жидкости;
- элементы потока жидкости;

- общие уравнения энергии в дифференциальной и интегральной формах (интеграл Бернулли для линии тока, уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости);
- область применимости уравнения Бернулли;
- виды напоров и их энергетический и геометрический смыслы;
- режимы движения жидкости в трубах;
- природу гидравлических сопротивлений;
- основные сведения о движении жидкости по трубопроводам, истечении через отверстия и насадки;
- основные сведения о силовом воздействии потока на преграды;
- устройство и принцип действия приборов для измерения гидравлических величин (плотности, вязкости, давления, расхода и скорости);
- основные сведения о моделировании потоков жидкостей и теории подобия.
- методы решения базовых задач гидростатики и динамики реальной жидкости;
- знать методы расчета простых и сложных гидравлических сетей и основы расчета фильтрационных задач, встречающихся в горном деле.

Уметь

- решать прямую и обратную задачи гидравлики;
- применять основное уравнение гидростатики и уравнение Бернулли для решения практических задач;
- определять режимы движения жидкости в трубопроводах и выбирать коэффициенты сопротивлений;
- рассчитывать характеристики процесса истечения жидкости из отверстий и насадок;
- строить эпюры давления жидкости на стенки сосудов;
- использовать приборы для измерения гидравлических величин;
- определять гидравлическое содержание гидромеханических процессов в системах по добыче и транспортировке полезных ископаемых и оборудовании нефтегазовой отрасли.

Владеть

- методикой расчета сил давления на стенки сосудов;
- методикой применения уравнения Бернулли;
- методикой расчета трубопроводов для жидкости и газа;
- навыками решения прикладных задач гидромеханики, встречающихся в горном деле.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенции, заявленной в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенции

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины (группы дисциплин)
Профессиональные компетенции			
ОПК-5	Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов	Математика; Геология; Технология подземной и комбинированной разработки рудных месторождений; Сопротивление материалов.	Проектирование рудников; Технология подземной и комбинированной разработки рудных месторождений; Геомеханика.
ОПК-6	Готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов		

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ОПК-5 и ОПК-6.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-5

Код	Формулировка компетенции
ОПК-5	Готовность использовать научные законы и методы при геолого-промышленной оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов.

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-5 Б1.Б.22	Способность выявлять и анализировать сущность гидромеханических проблем, возникающих при оценке месторождений твердых полезных ископаемых и горных отводов.

Требования к компонентному составу части компетенции ОПК-5

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции студент:</p> <p>Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – общие законы и уравнения гидростатики; – модели жидкости: идеальная и реальная; – основные законы движения идеальной и вязкой жидкостей и газов; – основные сведения о подобии и моделировании гидромеханических процессов. 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля. Вопросы к экзамену.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – применять основное уравнение гидростатики и уравнения Бернулли для решения практических задач; – определять режимы движения жидкости в трубопроводах и выбирать коэффициенты сопротивлений; – использовать основные законы статики и кинематики жидкостей, их взаимодействия между собой и твердыми телами. 	<p>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)</p>	<p>Практические задания к контрольным работам рубежного контроля. Отчёты по ЛР. Практические задания к экзамену.</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методикой расчета сил давления на стенки сосудов; – методикой применения уравнения Бернулли; – методикой расчета трубопроводов для жидкости и газа. 	<p>Практические занятия. Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.</p>	<p>Отчеты по лабораторным работам. Практические задания к экзамену.</p>

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ОПК-6

Код	Формулировка компетенции
ОПК-6	Готовность использовать научные законы и методы при оценке состояния окружающей среды в сфере функционирования производств по эксплуатационной разведке, добыче и переработке твердых полезных ископаемых, а также при строительстве и эксплуатации подземных объектов

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ОПК-6 Б1.Б.22	Владеть методиками расчета пневмогидросистем геолого-промышленного оборудования, исключая возможность возникновения режимов и условий их работы, приводящим к авариям.

**Требования к компонентному составу части компетенции
ОПК-6**

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
<p>В результате освоения компетенции студент: Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> – основные законы и уравнения гидростатики и кинематики идеальной и вязкой жидкости; – законы распределения скоростей при ламинарных и турбулентных течениях жидкости в трубах; – изменение давления при гидравлическом ударе в трубопроводах, формулы Н.Е. Жуковского; – соотношения для определения мощности потока в заданном сечении; – закон Дарси – линейный закон фильтрации; – виды гидравлических сопротивлений, формулы для определения потерь напора; – основные сведения о движении жидкости по трубопроводам, истечении через отверстия и насадки и силовом воздействии потока на преграду. 	<p>Лекции. Самостоятельная работа студентов по изучению теоретического материала.</p>	<p>Тестовые вопросы для текущего и рубежного контроля. Вопросы к экзамену.</p>
<p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – проводить расчеты простых и сложных трубопроводов; – проводить расчеты давления при гидравлическом ударе; – проводить практические расчеты силового воздействия потока на ограничивающие его стенки. 	<p>Практические занятия. Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов (подготовка к лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам)</p>	<p>Практические задания к контрольным работам. Отчёты по ЛР. Практические задания к экзамену.</p>
<p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методиками гидравлических расчетов гидравлических систем; – гидравлическими методами расчета и анализа режимов работы технологического оборудования при транспортировке и хранении углеводородов; – основными современными методами постановки и решения задач гидромеханики. 	<p>Самостоятельная работа по подготовке к экзамену.</p>	<p>Практические задания к экзамену. Отчеты по лабораторным работам.</p>

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 4 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объём и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч		
		по семестрам		всего
		7	8	
1	2	3	4	5
1	Аудиторная (контактная работа)		42	42
	- лекции (Л)		14	14
	- лабораторные работы (ЛР)		14	14
	- практические занятия		12	12
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)		66	66
	- изучение теоретического материала		30	30
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)		26	26
	- подготовка отчетов по лабораторным работам		10	10
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: <i>зачёт /экзамен</i>		Экзамен	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего: в академических часах (АЧ) в зачётных единицах (ЗЕ)		144 4	144 4

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Номер учебного модуля	Номер раздела дисциплины	Номер темы дисциплины	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудоёмкость, ч / ЗЕ	
			аудиторная работа					итоговый контроль	самостоятельная работа		
			все го	Л	ПЗ	ЛР	КСР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
1	1	Введение	1	1							1/0,028
		1	3	1	2					4	7/0,194
	2	2	1	1						5	6/0,17
		3	3	1	2		1			5	9/0,25
	3	4	2	2						5	7/0,194
		5	9	1	2	6				5	14/0,39
	Итого по модулю:			20	7	6	6	1		24	44/1,22

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	4	6	8	2	2	4			6	14/0,39
		7	5	1		4			6	11/0,31
		8	5	1	2				5	10/0,28
		9	1	1					3	4/0,139
		10	3	1	2		1		2	6/0,17
	5	11							8	8/0,278
		12							6	6/0,167
		13							6	6/0,167
		Заключение	1	1						1/0,028
	Итого по модулю:			22	7	6	8	1		42
Промежуточная аттестация								36		36/1,0
Итого:			42	14	12	14	2	36	66	144/4,0

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Теоретические основы гидравлики

Л-7 ч, ЛР-6 ч, ПЗ-6 ч., СРС-24 ч.

Раздел 1. Общие сведения

Введение. Л-1 ч.

Предмет, задачи и структура дисциплины. Краткий исторический обзор. Роль гидравлики в нефтегазовом деле.

Тема 1. Общие сведения о жидкости

Понятие жидкости. Виды жидкостей. Плотность, вязкость жидкостей. Растворимость газа в жидкостях. Зависимость основных свойств жидкости и газа от температуры и давления. Парообразование. Кипение. Кавитация.

Раздел 2. Гидростатика

Тема 2. Основные понятия и законы гидростатики

Силы, действующие в жидкостях: поверхностные и массовые силы. Гидростатическое давление и его свойства.

Тема 3. Основные уравнения равновесия жидкостей и газов

Дифференциальные уравнения равновесия жидкости, основное уравнение гидростатики. Давление в произвольной точке жидкости. Гидростатический закон распределения давления. Сила давления жидкости на стенки сосудов. Закон Архимеда. Относительный покой жидкости.

Раздел 3. Гидродинамика жидкости

Тема 4. Кинематика жидкости

Виды движения жидкости. Струйная модель движущейся жидкости. Линии тока, трубка тока. Живое сечение. Расход. Средняя скорость. Уравнение неразрывности в гидравлической форме.

Тема 5. Динамика жидкости

Дифференциальные уравнения движения идеальной жидкости. Уравнения Бернулли для идеальной и реальной жидкости. Геометрическая и энергетическая интерпретация уравнения Бернулли. Коэффициент Кориолиса. Режимы движения жидкости. Полный напор в живом сечении равномерного потока вязкой несжимаемой жидкости.

Модуль 2 Прикладные вопросы гидромеханики

Л-7 ч, ЛР-8 ч, ПЗ-6 ч., СРС-42 ч.

Раздел 4 Прикладные вопросы гидромеханики

Тема 6. Гидравлические сопротивления

Виды гидравлических сопротивлений, понятия о местных потерях напора и потерях напора по длине. Уравнение Дарси-Вейсбаха.

Тема 7. Гидравлический расчет трубопроводов

Системы трубопроводов как наиболее эффективный вид транспорта жидких и газообразных продуктов. Простые и сложные трубопроводы. Последовательное и параллельное соединение трубопроводов, гидравлическая характеристика трубопровода.

Тема 8. Специальные трубопроводы

Трубопроводы, работающие под вакуумом (сифоны), безнапорное движение по трубам (самотёчные трубопроводы).

Тема 9. Неустановившееся движение жидкости в трубопроводе

Явление гидравлического удара в трубопроводах. Способы борьбы с гидравлическим ударом.

Тема 10. Истечение жидкости через отверстия и насадки

Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке при постоянном напоре. Истечение жидкости через насадки при постоянном напоре. Истечение через отверстия и насадки при переменном напоре. Истечение газов.

Раздел 5. Моделирование гидромеханических процессов

Тема 11. Физическое моделирование движения жидкости

Основные положения теории подобия. Уравнение Навье-Стокса. Масштабные коэффициенты, индикаторы и критерии подобия. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие потоков. Элементы теории размерностей.

Тема 12. Математическое (численное) моделирование движения жидкости. Конечно-разностная форма уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Общая схема численных методов и их реализация на ЭВМ.

Тема 13. Приборы для измерения гидравлических величин

Приборы для измерения плотности, вязкости, давления, скорости и объемного расхода.

Заключение ЛК-1 ч.

Обзор пройденного материала. Перспективные направления в гидравлике и её приложениях в технике.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	Тема 3	Решение задач на применение основного уравнения гидростатики
2	Тема 5	Решение задач на применение уравнения неразрывности
3	Тема 6	Решение задач на применение уравнения Бернулли для идеальной жидкости
4	Тема 8	Расчет трубопровода с насосной системой подачи жидкости
5	Тема 10	Расчет параметров истечения жидкости через отверстия и насадки.

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	Тема 5	Построение экспериментальных линий пьезометрического и полного напора для потока жидкости в трубе переменного сечения (геометрическая иллюстрация уравнения Бернулли). Режимы движения жидкости.
2	Тема 6	Исследование коэффициента сопротивления трения в круглой трубе
3	Тема 7	Экспериментальное определение коэффициентов местных гидравлических сопротивлений в трубах

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.

2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.

3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.

4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.

5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы (раздела) дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	2	3
Тема 1	Изучение теоретического материала. Подготовка отчета по лабораторной работе.	4
Тема 2	Изучение теоретического материала. Подготовка отчета по лабораторной работе.	5
Тема 3	Подготовка к аудиторным занятиям. Изучение теоретического материала.	5
Тема 4	Подготовка к аудиторным занятиям. Изучение теоретического материала.	5
Тема 5	Изучение теоретического материала. Подготовка отчета по лабораторной работе.	4
Тема 6	Подготовка к аудиторным занятиям.	6
Тема 7	Подготовка к аудиторным занятиям. Оформление отчета по лабораторной работе.	6
Тема 8	Изучение теоретического материала. Подготовка отчета по лабораторной работе.	7
Тема 9	Подготовка к аудиторным занятиям. Изучение теоретического материала.	4
Тема 10	Подготовка к аудиторным занятиям. Изучение теоретического материала.	3
Тема 11	Подготовка к аудиторным занятиям. Изучение теоретического материала.	8
Тема 12	Подготовка к аудиторным занятиям. Изучение теоретического материала.	7
Тема 13	Подготовка к аудиторным занятиям. Изучение теоретического материала.	7
	Итого: в ч / в ЗЕ	66

5.1.1. Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно.

Тема 1. Общие сведения о жидкости: *Растворимость газов в жидкости. Парообразование. Кипение. Кавитация.*

Тема 2. Основные понятия и законы гидростатики: *Гидростатическое давление и его свойства.*

Тема 3. Основные уравнения равновесия жидкостей и газов: *Сила давления жидкости на стенки сосудов.*

Тема 4. Кинематика жидкости: *Виды движения жидкости.*

Тема 5. Динамика жидкости: *Полный напор в живом сечении равномерного потока вязкой несжимаемой жидкости.*

Тема 6. Гидравлические сопротивления: *Интерференция гидравлических потерь напора.*

Тема 7. Гидравлический расчет трубопроводов: *Виды трубопроводов.*

Тема 8. Специальные трубопроводы: *Назначение и виды.*

Тема 9. Неустановившееся движение жидкости в трубопроводе: *Общие сведения о гидравлическом ударе в трубопроводах. Способы снижения ударного давления.*

Тема 10. Истечения жидкости через отверстия и насадки: *Истечения через отверстия и насадки при переменном напоре. Истечение газов.*

Тема 11. Физическое моделирование движения жидкости: *Уравнение Навье-Стокса. Масштабные коэффициенты, индикаторы и критерии подобия. Геометрическое, кинематическое и динамическое подобие потоков. Элементы теории размерностей. Основы теории размерностей.*

Тема 12. Математическое (численное) моделирование движения жидкости: *Конечно-разностная форма уравнений Навье-Стокса и Рейнольдса. Общая схема численных методов и их реализация на ЭВМ.*

Тема 13. Приборы для измерения гидравлических величин: *Приборы для измерения плотности, вязкости, давления, скорости и объемного расхода.*

5.1.2 Курсовой проект (курсовая работа) не предусмотрен.

5.1.3. Реферат не предусмотрен

5.1.4. Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5.1.5. Индивидуальное задание не предусмотрено.

5.2 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Образовательные технологии, необходимые для формирования компонентов компетенций в данной дисциплине базируются на деятельностном подходе к процессу обучения, который дает возможность сформировать комплекс знаний об основных законах гидравлики и их использования в области нефтегазового дела. При этом используются активные и интерактивные методы при про-

ведении лекционных и лабораторных занятий. Особое внимание уделяется самостоятельной работе студентов, цель которой заключается в углубленной проработке информационных источников, привитии навыков и умений самостоятельного решения проблем, возникающих при разработке и эксплуатации гидросистем нефтяных и газовых скважин.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в следующих формах:

- опрос, текущая контрольная работа для анализа усвоения материала предыдущей лекции;
- оценка работы студента на лекционных и лабораторных занятиях в рамках рейтинговой системы.

6.2 Рубежный и промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Рубежный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в следующих формах:

- контрольные работы (модуль 1, 2,);
- защита лабораторных работ (модуль 1, 2);
- компьютерное тестирование (модуль 1, 2).

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

1) **Зачёт:** не предусмотрен.

2) **Экзамен:**

- экзамен по дисциплине проводится устно по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание;
- экзаменационная оценка выставляется с учётом результатов рубежной аттестации.

Фонды оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, рубежного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля				
	ТТ	РТ	КР	ЛР	Экзамен
В результате освоения компетенции студент:					
Знает:					
основные свойства жидкостей и газов;	+				+
общие законы и уравнения гидростатики (гидростатический закон распределения давления, основное уравнение гидростатики)				+	+
элементы струйной модели движущейся жидкости	+				+
элементы потока жидкости;					+
уравнения движения идеальной жидкости;				+	+
общие уравнения энергии (интеграл Бернулли для линии тока, уравнение Бернулли для потока вязкой жидкости);	+				+
области использования уравнения Бернулли;	+				+
виды напоров и их энергетический и геометрический смыслы;				+	+
режимы течения жидкостей;				+	+
природу (механизм возникновения) гидравлических сопротивлений;				+	+
основные сведения об установившемся и неуставившемся движении жидкости по трубопроводам, истечении жидкости через отверстия и насадки;	+				+
основные сведения о подобии и моделировании потоков;			+		+
устройство и принцип действия приборов для измерения гидравлических величин (плотности, вязкости, давления, расхода и скорости).				+	+
Умеет:					
применять основное уравнение гидростатики и уравнение Бернулли для решения практических задач;				+	+
определять режимы движения жидкости в трубопроводах и выбирать коэффициенты сопротивлений;	+				+
строить эпюры распределения гидростатического давления в жидкости;			+		+
использовать приборы для измерения давления в жидкости;				+	+
выявлять конкретное содержание гид-	+				+

ромеханических процессов в системах и оборудовании нефтегазовой отрасли.					
Владеет:					
методикой расчета сил давления на стенки сосудов;	+				+
методикой применения уравнения Бернулли;					+
методикой расчета трубопроводов для жидкости и газа;	+				+
основными современными методами постановки и решения задач гидравлики.		+			+

ТТ – текущее тестирование (контроль знаний по теме);

РТ – рубежное тестирование по модулю (автоматизированная система контроля знаний);

КР – рубежная контрольная работа по модулю (оценка умений);

ГР – расчетно-графические работа;

ЛР- лабораторные работы с подготовкой отчета.

7 График учебного процесса по дисциплине

Таблица 7.1 – График учебного процесса по дисциплине

Вид работы	Распределение часов по учебным неделям																		Итого, ч.
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Раздел:	P₁			P₂						P₃			P₄						
Лекции	2		2		2		2		2		2		2						14
Лабораторные работы												6		4		4			14
Практические занятия		2		2		2		2		2		2							12
КСР											1				1				2
Изучение теоретического материала		2		4		2		2		2	4	2	2	2	4	2	2		30
Подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1			26
Подготовка отчетов по лабораторным работам		2								2		2		2		2			10
Модуль:	M₁												M₂						108
Контрольное тестирование								+										+	
Дисциплинарный контроль																			Экзамен 36

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.Б.22 Гидромеханика <small>(индекс и полное название дисциплины)</small>	Блок 1. Дисциплины (модули) <small>(цикл дисциплины)</small>	
	<input checked="" type="checkbox"/> базовая часть цикла	<input checked="" type="checkbox"/> обязательная
	<input type="checkbox"/> вариативная часть цикла	<input type="checkbox"/> по выбору студента
21.05.04 <small>(код направления подготовки / специальности)</small>	«Горное дело»/Подземная разработка рудных месторождений, Электрификация и автоматизация горного производства <small>(полное название направления подготовки / специальности)</small>	
ГДРМПИ, ЭАГП <small>(аббревиатура направления / специальности)</small>	Уровень подготовки: <input checked="" type="checkbox"/> специалист <input type="checkbox"/> бакалавр <input type="checkbox"/> магистр	Форма обучения: <input checked="" type="checkbox"/> очная <input type="checkbox"/> заочная <input type="checkbox"/> очно-заочная
2016 <small>(год утверждения учебного плана ОПОП)</small>	Семестр(-ы): <u>8</u>	Количество групп: <u>2</u>
Севастьянов В.В. <small>(фамилия, инициалы преподавателя)</small>		Количество студентов: <u>40</u>
АКФ <small>(факультет)</small>		<u>профессор</u> <small>(должность)</small>
РКТЭС <small>(кафедра)</small>		<u>239-13-43</u> <small>(контактная информация)</small>

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Башта Т.М., Руднев С.С., Некрасов Б.В. Гидравлика, гидромашин и гидроприводы: учебник для втузов / Т.М. Башта и др. – Москва: Альянс, 2010. – 423 с./2013+30	158+30

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

2	Гудилин Н.С. Гидравлика и гидропривод: учебное пособие для вузов / Н.С. Гудилин и др. / Московский государственный горный университет, под ред. Пастоева И.Л. – М.: Горн. кн.: Изд-во МГТУ, 2007. – 519 с.	115
3	Шейпак А.А. Гидравлика и гидропневмопривод: учебник для вузов / Московский государственный индустриальный университет, Институт дистанционного образования. ч. 1: Основы механики жидкости и газа / А.А. Шейпак. – М.: Изд-во МГИУ, 2006, 2007. – 266 с.	50
4	Чугаев Р.Р. Гидравлика (техническая механика жидкости): учебник для вузов / Р.Р. Чугаев. – М.: БАСТЕТ, 2008. – 672 с.	70
2 Дополнительная литература		
1	Гейер В.Г., Дулин В.С., Заря А.Н. Гидравлика и гидропривод. М. "Недра", 1991. – 331 с.	24
2.1 Учебные и научные издания		
1	Альтшуль А.Д., Животовский Л.С., Иванов Л.П. Гидравлика и аэродинамика – М.: Стройиздат. 1987. – 414 с.	35
2.2 Периодические издания		
1	Известия РАН. Механика жидкости и газа: журнал.- Москва; Ленинград: Наука, 1836 – 2014 г.г.	
2.3 Нормативно-технические издания		
2.4 Официальные издания		
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на _____

(дата одобрения рабочей программы на заседании кафедры)

Основная литература обеспечена не обеспечена

Дополнительная литература обеспечена не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

И.С.Е.

Н.В. Тюрикова

Карта книго-
обеспеченности
в библиотеку сдана

Текущие данные об обеспеченности на _____

(дата контроля литературы)

Основная литература обеспечена не обеспеченаДополнительная литература обеспечена не обеспеченаЗав. отделом комплектования
научной библиотеки _____

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы**Таблица 8.1 – Программы, используемые для обучения и контроля
(на стадии разработки)

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	ЛЗ	Контроль готовности к выполнению лабораторных работ		Программа предназначена для опроса студентов в диалоговом режиме с контролем уровня подготовленности к проведению лабораторных работ

8.4 Аудио- и видео-пособия

Таблица 8.2 – Используемые аудио- и видео-пособия

Вид аудио-, видео-пособия				Наименование учебного пособия
теле-фильм	кино-фильм	слайды	аудио-пособие	
1	2	3	4	5
+				Уравнение Бернулли
+				Потери напора при движении жидкости
+				Возникновение и структура турбулентности
+				Демонстрация опытов с истечением жидкости
+				Газожидкостные течения в элементах насосов

9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория гидравлики	Кафедра РКТ и ЭС	010 к. В	86,9	28
2	Лаборатория гидравлики и лопастных гидромашин	Кафедра РКТ и ЭС	011 к. В	114	30

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Учебная установка ГС-01 «Измерение давления в замкнутой полости»	1	Оперативное управление	011 к. В
2	Учебная установка ГД-01 «Исследование режимов движения жидкости в цилиндрической трубе»	2	Оперативное управление	010, 011 к. В
3	Учебная установка ГД-02м «Экспериментальное построение линий пьезометрического и полного напоров для потока жидкости в трубе переменного сечения».	3	Оперативное управление	010, 011 к. В

4	Учебная установка ГД-04 м «Исследование коэффициента сопротивления трения по длине в круглой трубе»	1	Оперативное управление	010 к. В
5	Учебная установка ГД-05 м «Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений в трубопроводах»	1	Оперативное управление	010 к. В

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		