

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 25.11.2022 11:24:38  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a198149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Общей и теоретической физики*

### Рабочая программа дисциплины (модуля)

дисциплина

*Б1.О.37 Газовая динамика*

обязательная часть

Специальность

*21.05.05*

*Физические процессы горного или нефтегазового производства*

код

наименование специальности

Программа

*специализация N 2 "Физические процессы нефтегазового производства"*

Форма обучения

*Заочная*

Для поступивших на обучение в  
**2021 г.**

Разработчик (составитель)

*д.т.н, профессор*

*Филиппов А. И.*

ученая степень, должность, ФИО

Стерлитамак 2022

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....</b>	<b>4</b>
<b>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.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>5</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	5
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам).....	5
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>6</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).....</b>	<b>8</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	8
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем.....	8
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.....	9
<b>7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).....</b>	<b>9</b>

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

<b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
ОПК-13. Способен применять навыки разработки систем по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов	ОПК-13.1. Использует теоретические и методологические основы использования нормативных документов по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ.	Обучающийся должен знать: физическую сущность и параметры процессов производства при добыче, переработке и транспорте углеводородного сырья, как на суше, так и на море; режимы газожидкостных течения в трубах и пластах; физическую сущность основного комплекса геофизических методов, способов их геологической интерпретации.
	ОПК-13.2. Применяет знания разработки мероприятий по соблюдению требований нормативных документов по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ.	Обучающийся должен уметь: использовать законы и закономерности физических процессов добычи, переработки и транспорта углеводородов, включая добычу, транспорт и переработку на шельфе, с целью комплексного использования георесурсов; обрабатывать статистическую информацию, получаемую при изучении свойств пласта для обоснования технологий разработки месторождений и создания трубопроводных систем.
	ОПК-13.3. Организует профессиональную деятельность с учётом нормативных документов по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ по эксплуатационной разведке, добыче и переработке полезных	Обучающийся должен владеть: научными и инженерными навыками для решения задач нефтегазового производства и реализации технологического регламента процессов добычи, переработки и транспортировке углеводородного сырья, включая шельфовые нефтегазовые технологии;

	ископаемых.	гидродинамическими методами анализа аварийных ситуаций в нефтегазовом производстве.
--	-------------	---

## 2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Цели изучения дисциплины:

получение общего представления о задачах газовой динамики и методах их решения, получение основополагающих знаний в наиболее важных областях теоретической и прикладной газовой динамики, усвоение методологических подходов к решению типичных задач газовой динамики, получение навыков математической формулировки и анализа новых задач внутри изучаемого класса, получение навыков практической работы с размерными и безразмерными величинами, ознакомление с общенаучными проблемами, вклад в решение которых вносит данная дисциплина.

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «Физика», «Химия», «Математика», «Теоретическая механика; механика сплошных сред», «Материаловедение», «Безопасность жизнедеятельности».

Дисциплина изучается на 6 курсе в 11, 12 семестрах

## 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 144 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	8
практических (семинарских)	16
другие формы контактной работы (ФКР)	1,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	7,8
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	111

Формы контроля	Семестры
экзамен	12

**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)**

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)			
		Контактная работа с преподавателем			СР
		Лек	Пр/Сем	Лаб	
<b>1</b>	<b>ТЕМЫ ДИСЦИПЛИН</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>111</b>
1.1	Основные свойства газов.	1	1	0	14
1.2	Кинематика сжимаемой жидкости (газа).	1	2	0	14
1.3	Динамика сжимаемой жидкости.	1	3	0	12
1.4	Уравнения газовой динамики.	2	2	0	23
1.5	Газовые струи.	1	2	0	18
1.6	Математическое моделирование.	1	3	0	14
1.7	Экспериментальная газодинамика.	1	3	0	16
	<b>Итого</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>111</b>

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

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>ТЕМЫ ДИСЦИПЛИН</b>	
1.1	Основные свойства газов.	Решение задач
1.2	Кинематика сжимаемой жидкости (газа).	Решение задач
1.3	Динамика сжимаемой жидкости.	Решение задач
1.4	Уравнения газовой динамики.	Решение задач
1.5	Газовые струи.	Решение задач
1.6	Математическое моделирование.	Решение задач
1.7	Экспериментальная газодинамика.	Решение задач

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>ТЕМЫ ДИСЦИПЛИН</b>	
1.1	Основные свойства газов.	Физические свойства жидкостей и газов, отличие газов от жидкостей и твердых тел, идеальный и реальные газы, гипотеза сплошности, сжимаемость, число Маха.
1.2	Кинематика сжимаемой жидкости (газа).	Лагранжево и Эйлерово представление движения сплошной среды, линии тока и траектории, установившееся и неустойчивое движение, значение системы отсчета для формы движения, линии отмеченных частиц, построение траекторий и линий отмеченных

		частиц, трубка тока, уравнение неразрывности сжимаемой жидкости в Лагранжевом и Эйлеровом представлении.
1. 3	Динамика сжимаемой жидкости.	Теорема Бернулли для сжимаемой жидкости, уравнения движения идеальной сжимаемой жидкости в Лагранжевом и Эйлеровом представлении, уравнение Навье-Стокса, уравнение энергии, турбулентность, модели турбулентности, пограничный слой, общие понятия, ламинарный и турбулентный пограничный слой, отрыв пограничного слоя.
1. 4	Уравнения газовой динамики.	Специальный вид уравнений газовой динамики, укороченные уравнения Навье-Стокса, внутренние течения, течение в прямом и искривленном канале прямоугольного сечения, внешние течения, потенциальное и вихревое течение, ротор скорости и функция тока, уравнение переноса вихрей, след Кармана, ударные волны, одномерное течение сжимаемой жидкости.
1. 5	Газовые струи.	Двухфазные течения, турбулентные газовые струи, коэффициент сжатия струи, скорости, расхода, поверхностное натяжение, поверхностное натяжение при соприкосновении многих сред, двухфазные системы, взаимодействие струи жидкости со стенкой, разрушение струи жидкости, движение капли, разрушение капли жидкости в потоке газа, испарение капли жидкости, уравнение движения факела распыленной жидкости.
1. 6	Математическое моделирование.	Математическое моделирование течений жидкости и газа, элементы вычислительной газовой динамики, дискретизация уравнений в частных производных, явная и неявная дискретизация, согласованность, сходимость и устойчивость, критерий Куранта, методы решения уравнений газовой динамики, начальные и граничные условия.
1. 7	Экспериментальная газодинамика.	Задачи и методы проведения газодинамических экспериментов, определение параметров потока, методы и приборы измерения давления, измерение скорости потока и расхода газа, лазерно-доплеровские анемометры, измерение температуры, визуальные методы, установки для экспериментальных исследований, аэродинамические и ударные трубы.

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

Самостоятельная работа студентов является необходимым компонентом процесса обучения и может быть определена как творческая деятельность студентов, направленная на приобретение ими новых знаний и навыков.

Цель самостоятельной работы студентов – систематическое изучение дисциплины в течение семестра, закрепление и углубление полученных знаний и навыков, подготовка к предстоящим занятиям, а также формирование культуры умственного труда и самостоятельности в поиске и приобретении новых знаний и умений, и в том числе, формирование общепрофессиональных компетенций.

## Виды самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов предназначена для углубления сформированных знаний, умений, навыков.

Самостоятельная работа развивает мышление, позволяет выявить причинно-следственные связи в изученном материале, решить теоретические и практические задачи. Самостоятельная работа студентов проводится с целью: систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубления и расширения теоретических знаний; формирования умений использовать справочную документацию и специальную литературу; развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности; формированию самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации; развития исследовательских умений. Роль самостоятельной работы возрастает, т.к. перед учебным заведением стоит задача в т.ч. и по формированию у студента потребности к самообразованию и самостоятельной познавательной деятельности

Студентами практикуется два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. В этом случае студенты обеспечиваются преподавателем необходимой учебной литературой, дидактическим материалом, в т.ч. методическими пособиями и методическими разработками.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Видами заданий для внеаудиторной самостоятельной работы могут быть:

для овладения знаниями:

- чтение текста (учебника, методической литературы);
- составления плана текста;
- графическое изображение структуры текста, выполнение индивидуальных работ;
- конспектирование текста; выписки из текста;
- работа со словарями и справочниками;
- ознакомление с нормативными документами;
- учебно-исследовательская работа;
- использование компьютерной техники, интернета и др.;

для закрепления систематизации знаний:

работа с конспектом лекции (обработки текста);

– повторная работа над учебным материалом (учебника, первоисточника, дополнительной литературы);

– составление плана выполнения работы в соответствии с планом, предложенным преподавателем;

- ответы на контрольные вопросы;
- тестирование, выполнение упражнений и индивидуальных работ;

для формирования умений:

- решение задач и упражнений по образцу;
- решение вариативных задач и упражнений;
- выполнение чертежей, схем.

Основное содержание самостоятельной работы составляет выполнение домашних заданий, индивидуальных заданий, подготовку к практическим, лабораторным занятиям и к промежуточной аттестации.

Самостоятельная работа студентов включает в себя выполнение практических заданий,

домашних заданий, индивидуальных заданий, самостоятельное изучение отдельных вопросов, подготовку к практическим занятиям и к промежуточной аттестации. По каждой теме учебной дисциплины студентам предлагается перечень заданий для самостоятельной работы.

На самостоятельное изучение выносятся вопросы из тем «Прямые скачки уплотнения», «Косые скачки уплотнения», «Применение пневматического насадка в сверхзвуковом потоке», «Плоские изэнтропические и изоэнергетические течения», «Взаимодействие однородных сверхзвуковых потоков», «Отрыв пограничного слоя», «Взаимодействие пограничного слоя со скачками уплотнения».

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. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Основная учебная литература:**

1. Кудинов, В.А. Техническая термодинамика и теплопередача : учеб. для акад. бакалавриата по инженерно-техн. спец. — 3-е изд., испр. и доп. — М. : Юрайт, 2015 .— 566с. : ил. — (Бакалавр. Академический курс) .— Библиогр.: с.562-566.-(В пер.) .— ISBN 978-5-9916-4017-6 20 шт.
2. Строгалев, В. П. Основы прикладной газовой динамики : учебное пособие / В. П. Строгалев, И. О. Толкачева, Н. В. Быков. — Москва : МГТУ им. Баумана, 2014. — 172 с. — ISBN 978-5-7038-3980-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/62058> (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Чефанов, В. М. Газовая динамика вязких течений : учебно-методическое пособие / В. М. Чефанов. — Казань : КНИТУ-КАИ, 2018. — 164 с. — ISBN 978-5-7579-2334-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/149564> (дата обращения: 26.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Кураев, А. А. Прикладная гидрогазодинамика : учебное пособие : в 2 частях : [16+] / А. А. Кураев, А. П. Шашкин ; Новосибирский государственный технический университет. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — Часть 2. Газодинамика. — 151 с. : ил., табл. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574785> (дата обращения: 26.06.2022). — Библиогр. с. 140-141. — ISBN 978-5-7782-3680-6. - ISBN 978-5-7782-3682-0 (Ч. 2). — Текст : электронный.

### **6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование документа с указанием реквизитов</b>
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» от 12.07.2021



2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 223/596 от 04.03.2021
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № ОГЗ-114 от 28.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № ОГЗ-145 от 01.10.2021
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № ОГЗ-146 от 01.10.2021
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 141 от 01.10.2021
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на доступ к электронным научным периодическим изданиям между БашГУ и РУНЭБ № ОГЗ-512 от 20.12.2021
9	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ №095/04/0045-1254 от 02.07.2021
10	Договор о подключении к НЭБ и о предоставлении доступа к объектам НЭБ между БашГУ в лице директора СФ БашГУ с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)**

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	<a href="https://www.youtube.com/playlist?list=PLHOMZXOczEYP16abYQPGZ4wd4IlxPz-CF">https://www.youtube.com/playlist?list=PLHOMZXOczEYP16abYQPGZ4wd4IlxPz-CF</a>	Курс лекций по газовой динамике

**6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

Наименование программного обеспечения
Microsoft Windows 7 Standard
Office Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc

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

Тип учебной аудитории	Оснащенность учебной аудитории
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 .	Учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия.
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского	учебная мебель, доска,

<p>типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций</p>	<p>мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия</p>
<p>Читальный зал: помещение для самостоятельной работы</p>	<p>Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры</p>