

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 30.10.2023 12:04:30  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

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.19 Термодинамика***

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  
***2023 г.***

Разработчик (составитель)

***к.ф.-м.н., доцент***

***Зеленова М. А.***

ученая степень, должность, ФИО

<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) .....	6
<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 .....	9
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства .....	10
<b>7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>10</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>
<p>ОПК-6. Способен выбирать и (или) разрабатывать обеспечение интегрированных технологических систем эксплуатационной разведки, добычи и переработки полезных ископаемых, в том числе при освоении ресурсов шельфа морей и океанов, техническими средствами с высоким уровнем автоматизации управления</p>	<p>ОПК-6.1. Применяет теоретические и методологические основы интегрирования технологических систем и автоматизацию управления для решения конкретных профессиональных задач.</p>	<p>Обучающийся должен знать: основные законы термодинамики, размерности физических величин в термодинамике, историю развития и становления термодинамики, ее современное состояние.</p>
	<p>ОПК-6.2. Решает типовые задачи интегрирования технологических систем; применяет знания разработки интегрированных технологических систем с высоким уровнем автоматизации управления в профессиональной сфере деятельности.</p>	<p>Обучающийся должен уметь: анализировать информацию по термодинамике из различных источников, структурировать, оценивать, представлять в доступном для других виде; применять общие законы физики для решения задач по термодинамике.</p>
	<p>ОПК-6.3. Анализирует и обобщает научно-технические разработки и передовой производственный опыт, методы моделирования; осуществляет выбор интегрированных технологических систем, технических средств автоматизации управления.</p>	<p>Обучающийся должен владеть: методологией исследования в области термодинамики, навыками решения задач по термодинамике</p>
<p>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</p>	<p>ОПК-13.1. Использует теоретические и методологические основы использования нормативных документов по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ.</p>	<p>Обучающийся должен знать: теоретические основы термодинамики и статистической физики; иметь представление о современном состоянии в термодинамике</p>
	<p>ОПК-13.2. Применяет знания</p>	<p>Обучающийся должен</p>

шельфа морей и океанов, строительству и эксплуатации подземных объектов	разработки мероприятий по соблюдению требований нормативных документов по обеспечению экологической и промышленной безопасности при производстве работ.	уметь: формулировать и доказывать основные результаты термодинамики и статистической физики
	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 ископаемых.	Обучающийся должен владеть: методами применения полученных знаний на практике.

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

Цели изучения дисциплины:

изучение основных законов термодинамики равновесных процессов, термодинамических свойств макроскопических систем, основных экспериментальных закономерностей, лежащих в основе законов термодинамики, связи законов термодинамики и статистических методов описания, а также формирование у студентов знаний и умений, позволяющих моделировать.

Задачи дисциплины

- формирование у обучающихся базовых знаний в области термодинамики и молекулярной физики
- формирование умений и навыков применять изученные теоретические законы и математические инструменты для решения различных физических задач
- формирование общефизической культуры: умения выделять существенные физические явления и пренебрегать несущественными; умения проводить оценки физических величин; умения строить простейшие теоретические модели, описывающие физические процессы.

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, знания и умения сформированные в рамках дисциплин Механика, Молекулярная физика, Математические методы физики.

Дисциплина изучается на 3, 4 курсах в 6, 7 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.

<b>Объем дисциплины</b>	<b>Всего часов</b>
	<b>Заочная форма</b>

	<b>обучения</b>
Общая трудоемкость дисциплины	144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	4
практических (семинарских)	12
другие формы контактной работы (ФКР)	1,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	7,8
экзамен	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	119

<b>Формы контроля</b>	<b>Семестры</b>
экзамен	7

**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 ДИСЦИПЛИНЫ</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>119</b>
1.1	Основные понятия статистической физики. Основные законы термодинамики и ее связь со статистической физикой	0	0	0	6
1.2	Термодинамические свойства идеального одноатомного газа	2	2	0	8
1.3	Термодинамические свойства идеального многоатомного газа	0	2	0	8
1.4	Классическая теплоемкость твердого тела газа	0	2	0	12
1.5	Термодинамические свойства реального газа	2	2	0	10
1.6	Термодинамические свойства вещества в электрическом поле	0	0	0	10
1.7	Термодинамические потенциалы. Соотношения между производными термодинамических величин	0	2	0	10
1.8	Процесс Джоуля – Томсона	0	0	0	10
1.9	Магнитный метод получения сверхнизких температур	0	0	0	12
1.10	Общие условия термодинамического равновесия	0	2	0	8
1.11	Термодинамическая теория флуктуаций	0	0	0	14
1.12	Термодинамика неоднородных	0	0	0	11

	сплошных сред				
	<b>Итого</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	<b>0</b>	<b>119</b>

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

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.2	Термодинамические свойства идеального одноатомного газа	Потенциал Гиббса. Статистическая сумма. Вычисление статистического интеграла без учета тождественности частиц. Парадокс Гиббса. Термодинамические функции идеального одноатомного газа с учетом тождественности микрочастиц. Газовый термометр. Адиабатический процесс в идеальном газе. Теплоемкость идеального одноатомного газа
1.5	Термодинамические свойства реального газа	Термодинамические свойства реального газа. Термодинамические свойства вещества в электрическом поле

Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>ТЕМЫ ДИСЦИПЛИНЫ</b>	
1.2	Термодинамические свойства идеального одноатомного газа	Энтропия и температура, флуктуации. Расчёт параметров идеального газа из статистического распределения
1.3	Термодинамические свойства идеального многоатомного газа	Статистика Больцмана для разреженных идеальных газов. Распределение Максвелла. Идеальный газ во внешнем поле. Барометрическая формула. Энтропия и свободная энергия идеального газа. Закон равномерного распределения классической статистики.
1.4	Классическая теплоемкость твердого тела газа	Теория теплоёмкости идеальных газов.
1.5	Термодинамические свойства реального газа	Уравнения Ван-дер-Ваальса и Дитеричи.
1.7	Термодинамические потенциалы. Соотношения между производными термодинамических величин	Квазистатические процессы. Адиабатические, изотермические, изобарические, изохорические процессы. Инфинитезимальные процессы. Циклы.
1.10	Общие условия термодинамического равновесия	Термодинамические потенциалы.

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

Качество и глубина освоения материала по изучаемой дисциплине неразрывно связаны с четкой организацией и эффективностью самостоятельной работы студентов (СРС). Цель

самостоятельной работы студента – осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою профессиональную квалификацию.

Самостоятельная работа студентов при изучении курса включает в себя следующие виды деятельности:

- 1) подготовка к лекциям и практическим занятиям;
- 2) самостоятельное изучение отдельных вопросов курса;
- 4) подготовка к промежуточному и итоговому контролю знаний.

Для максимального усвоения дисциплины рекомендуется ведение конспекта и глоссария, чтение и анализ лекционного материала. В период подготовки к лекционным занятиям главное – научиться методам самостоятельного умственного труда, сознательно развивать свои творческие способности и овладевать навыками творческой работы. Для этого необходимо строго соблюдать дисциплину учебы и поведения. Четкое планирование своего рабочего времени и отдыха является необходимым условием для успешной самостоятельной работы. В процессе подготовки к практическим занятиям, студентам необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной учебно-методической (а также научной и популярной) литературы. Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной и популярной литературой, материалами периодических изданий и Интернета, статистическими данными является наиболее эффективным методом получения знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала, формирует у студентов свое отношение к конкретной проблеме.

Предполагается, что, прослушав лекцию, студент ознакомится с рекомендованной литературой из основного списка, затем обратится к источникам, указанным в библиографических списках изученных книг, осуществит поиск и критическую оценку материала в сети.

По представленной дисциплине самостоятельная работа обучаемых предполагает выработку навыков практической работы по темам:

№	Наименование раздела /темы дисциплины	трудоемкость (в часах)
1	Основные понятия статистической физики. Основные законы термодинамики и ее связь со статистической физикой	6
2	Термодинамические свойства идеального одноатомного газа	8
3	Термодинамические свойства идеального многоатомного газа	8
4	Классическая теплоемкость твердого тела газа	12
5	Термодинамические свойства вещества в электрическом поле	10
6	Термодинамические свойства вещества в электрическом поле	10
7	Термодинамические потенциалы. Соотношения между производными термодинамических величин	10
8	Процесс Джоуля – Томсона	10
9	Магнитный метод получения сверхнизких температур	12
10	Общие условия термодинамического равновесия	8
11	Термодинамическая теория флуктуаций	14
12	Термодинамика неоднородных сплошных сред	11

## Тематика дополнительных тем для самостоятельного изучения

1. Тепловое расширение твёрдых тел
2. Фононы
3. Термодинамические величины классической плазмы
4. Отрицательные температуры
5. Флуктуации в приборах
6. Флуктуации в идеальном газе
7. Критические индексы
8. Обобщённая восприимчивость
9. Баланс энтропии в однородном твёрдом теле, в котором имеется градиент температуры
10. Производство энтропии при химических реакциях
11. Обзор вариационных принципов термодинамики необратимых процессов
12. Вариационные принципы термодинамики необратимых процессов – работы И. Пригожина
13. Вариационные принципы термодинамики необратимых процессов – работы И. Бахаревой
14. Термомеханический и механокалорический эффекты
15. Пространственные диссипативные структуры. Ячейки Бенара.
16. Кинетическое уравнение для классических систем. Интеграл столкновений. Кинетическое уравнение в приближении времени релаксации. Электронный газ в постоянном электрическом поле.
17. Кинетическое уравнение Больцмана. Принцип детального равновесия.
18. Уравнения Власова для бесстолкновительной плазмы.
19. Теория броуновского движения. Уравнение Ланжевена. Приближение "белого шума". Диффузия броуновских частиц. Формула Эйнштейна для коэффициента диффузии.
20. Основное кинетическое уравнение (уравнение баланса).
21. H - теорема Больцмана.
22. Уравнения Блоха.

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

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

#### Основная учебная литература:

1. Епифанов, В.С. Термодинамика: практикум / В.С. Епифанов, А.М. Степанов; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва: Альтаир-МГАВТ, 2014. - 86 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429994>. (06.06.23)
2. Термодинамика и статистическая физика : учебное пособие : [16+] / сост. Л. В. Михнев, Е. А. Бондаренко ; Северо-Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2016. – 125 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=467404> (дата обращения: 06.06.2023). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный

#### Дополнительная учебная литература:

1. Стародубцева, Г. П. Курс лекций по физике: механика, молекулярная физика, термодинамика. Электричество и магнетизм : учебное пособие / Г. П.



- Стародубцева, А. А. Хащенко ; Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь : Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), 2017. – 169 с. : ил. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485008> (дата обращения: 06.06.2023). – Библиогр. в кн. – Текст : электронный
2. Маламанов, С. Ю. Термодинамика : учебное пособие / С. Ю. Маламанов. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019. — 27 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/157100> (дата обращения: 06.06.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей

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

№ п/п	Наименование документа с указанием реквизитов
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» № 3/22-эбс от 05.07.2022
2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/22-эбс от 04.03.2022
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № 223-950 от 05.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-948 от 05.09.2022
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-949 от 05.09.2022
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 5 от 05.09.2022
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 223-796 от 27.07.2022
9	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
10	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/23-эбс от 03.03.2023

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

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	<a href="http://newlibrary.ru">newlibrary.ru</a>	Новая электронная библиотека
2	<a href="http://www.twirpx.com/files/#category_42">http://www.twirpx.com/files/#category_42</a>	ЭОР на <a href="http://www.twirpx.com">www.twirpx.com</a>
3	<a href="http://lectoriy.mipt.ru/course/Theorphysics-PhysicalMechanics-LAM-Lects/">http://lectoriy.mipt.ru/course/Theorphysics-PhysicalMechanics-LAM-Lects/</a>	Теоретическая физика
4	<a href="http://www.knigafund.ru">http://www.knigafund.ru</a>	ЭБС Книгафонд

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

Наименование программного обеспечения
Office Standart 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc
Windows 10

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

Тип учебной аудитории	Оснащенность учебной аудитории
Читальный зал: помещение для самостоятельной работы	Учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры с доступом к сети «Интернет» и ЭИОС Филиала
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
Кабинет астрономии. 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	Доска, переносной экран, переносной проектор, учебная мебель, оборудование для проведения лабораторных работ, учебно-наглядные пособия