

Компонент ОПОП «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения»  
наименование ОПОП

Б1.О.27  
шифр дисциплины

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины  
(модуля)

«Научные основы физики низких температур»

---

Разработчик (и):  
В.С. Гнатюк  
профессор  
д.ф.н., доцент

Утверждено на заседании кафедры  
Морского нефтегазового дела и физики  
наименование кафедры

протокол № 11 от 22.06.2022г.

Заведующий кафедрой  
морского нефтегазового дела и  
физики

подпись

 М.В. Васёха

Мурманск  
2022

## Пояснительная записка

Объем дисциплины: 4 з. е.

### 1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<p><b>ОПК-4:</b> Способен самостоятельно проводить теоретические и экспериментальные исследования в избранной области технической физики, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности.</p>	<p><b>ИД-1 опк-4</b> Демонстрирует знания методического аппарата и областей его применения с учётом направления и особенностей современного развития при решении профессиональных задач</p>	<p><b>Знать:</b> направления и особенности современного развития избранной области технической физики; <b>Уметь:</b> анализировать тенденции и определять особенности методического аппарата в области технической физики для своей профессиональной деятельности; <b>Владеть:</b> навыками выбора областей применения методического аппарата технической физики в своей профессиональной деятельности с учетом современных тенденций её развития;</p>
	<p><b>ИД-2 опк-4</b> Определяет инструменты и методы проведения исследований в избранной области профессиональной деятельности с учётом вектора развития</p>	<p><b>Знать:</b> инструменты и методы проведения исследований в избранной области профессиональной деятельности с учётом вектора развития; <b>Уметь:</b> анализировать инструменты и определять суть методов проведения исследований в избранной области профессиональной деятельности с учётом вектора развития; <b>Владеть:</b> навыками выбора инструментов и методик проведения исследований в избранной области технической физики с учетом современных тенденций её развития в своей профессиональной деятельности;</p>
	<p><b>ИД-3 опк-4</b> Применяет на практике методические знания проведения теоретических и экспериментальных исследований в избранной области технической физики с учётом современных тенденций</p>	<p><b>Знать:</b> методы и методики проведения исследований в избранной области технической физики, учитывать современные тенденции развития технической физики в своей профессиональной деятельности; <b>Уметь:</b> анализировать особенности практического применения знаний методик проведения теоретических и экспериментальных исследований в избранной области технической физики с учётом современных тенденций; <b>Владеть:</b> навыками практического проведения теоретических и экспериментальных исследований в избранной области технической физики с учётом современных тенденций.</p>

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

### Семестр 4

#### **Тема 1. Предмет физики низких температур**

- 1.1. Понятия «низкая температура», «сверхнизкая температура»
- 1.2. Понятие об абсолютном нуле температур. Недостижимость абсолютного нуля температур.
- 1.3. История физики низких температур.

#### **Тема 2. Реальные газы**

- 2.1. Молекулярные силы. Понятие о реальном газе.
- 2.2. Физика реального газа. Точки Бойля, кривая Бойля, температура Бойля.
- 2.3. Уравнение Ван-дер -Ваальса. Внутренняя энергия реального газа.

#### **Тема 3. Методы получения низких температур и низкотемпературного сжижения газов**

- 3.1. Парообразование жидкостей.
- 3.2. Дросселирование (эффект Джоуля- Томсона).
- 3.3. Расширение с совершением внешней работы.
- 3.4. Адиабатное размагничивание.

#### **Тема 4. Низкотемпературная обработка газов**

- 4.1. Методы низкотемпературного сжижения газов
- 4.2. Низкотемпературная очистка и осушение газов

#### **Тема 5. Квантовые макроскопические эффекты при низких температурах**

- 4.1. Сверхпроводимость.
- 4.2. Сверхтекучесть.

#### **Тема 6. Измерение и технические применения низких температур**

- 5.1. Измерение низких температур.
- 5.2. Применение низких температур.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МГТУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

**Основная литература:**

1. Атабегова Е.А. Обзор методов низкотемпературной переработки попутных нефтяных газов / Е.А. Атабегова, Л.Б. Волокитин, С.А. Гаранов., С.Д. Глухов – Текст непосредственный // Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» - URL: <https://cyberleninka.ru/>
2. Виртуальный лабораторный практикум по физике: Лаптенков Б.К. Приложение №1 к Виртуальному практикуму по физике для вузов. Лабораторные работы по курсу физики с компьютерными моделями. // Учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений дневной, вечерней и заочной (дистанционной) форм обучения. М.: 2002. - 64 с.
3. Гнатюк В. С. Основы квантовой механики. Конспект лекций для студентов технических направлений подготовки и специальностей (электр. изд) // Мурманск: МГТУ, 2021 - 90 с. (зак. № 2668).
4. Гнатюк В.С. Опорный конспект лекций по механике, молекулярной физике и термодинамике. Учеб. пособие по дисциплине «Физика» для студентов естественно - научных и технических направлений подготовки и специальностей // В.С. Гнатюк, Н.Н. Морозов, З.Ф. Мурашова – Мурманск: 2018 – 244 с.
5. Задачник по физике: учеб. пособие для вузов. / А. Г. Чертов, А. А. Воробьев. - Изд. 8-е, 7-е перераб. и доп. - Москва: Физматлит, 2009, 2006, 2005, 2003, 2001. - 640 с. (аб.653)
6. Кобилов, Х. Х. Низкотемпературная сепарация углеводородов из природного и нефтяного попутных газов / Х. Х. Кобилов, Д. Ф. Гойибова, А. П. Назарова. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2015. — № 7 (87). — С. 153-155. — URL: <https://moluch.ru/archive/87/14912>.
7. Койшыбаев, А. Д. Низкотемпературные процессы очистки сжиженного отбензиненного газа высокого качества / А. Д. Койшыбаев. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2014. — № 3 (62). — С. 302-305. — URL: <https://moluch.ru/archive/62/9479/>.
8. Курс физики: учеб. пособие для вузов / А. А. Детлаф, Б. М. Яворский. - 4-е изд., испр. - Москва: Высш. шк., 2002. - 718 с.: ил. (аб.166)
9. Курс физики: учеб. пособие для вузов / Т. И. Трофимова. - 19-е и другие ранние изд., стер. - Москва: Академия, 2012, 2010, 2008 - 2004. - 557, [1] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование) (аб.195)
10. Румянцев Ю. Д Холодильная техника. / Ю.Д. Румянцев, В.С. Калюнов - СПб.: Профессия, 2003. - 162 с.
11. Сивухин Д.В. Общий курс физик: учеб. пособие для вузов. Т.2. Термодинамика и молекулярная физика / Д.В. Сивухин. – М.: Наука, 1979. – 551 с.

**Дополнительная литература:**

12. Абдульманов Х.А, Холодильные машины и установки, их эксплуатация / Х.А. Абдульманов, Л.И. Балыгова , И.П. Сарайкина - М.:Колос,2006. -360 с.
13. Бараненко А.В Холодильные машины / А.В. Бараненко, Н.Н. Бухарин - СПб.: Политехника, 1999. – 992 с.

14. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И. В. Савельев. — 13-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц — 2019. — 320 с. — ISBN 978-5-8114-4598-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123463> (дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

15. Савельев, И. В. Курс общей физики: учебное пособие: в 3 томах / И. В. Савельев. — 15-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, [б. г.]. — Том 2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика — 2019. — 500 с. — ISBN 978-5-8114-3989-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113945> (дата обращения: 18.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

16. Сборник задач по общему курсу физики: для студентов техн. вузов / В. С. Волькенштейн. - Изд. 3-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург: Кн. мир, 2005. - 327 с. (аб.141)

## **6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

1. Электронно-библиотечная система "Лань" <http://e.lanbook.com/> с компьютеров МГТУ, подключенных к сети.

2. Электронно-библиотечная система "IPRbooks" <http://iprbookshop.ru>

3. Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека онлайн" <http://biblioclub.ru/>.

4. Электронная библиотека МГТУ <http://lib.mstu.edu.ru>.

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

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN, лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08 г.)

2. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.07.2009 г.)

3. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, № 47233444 от 30.07.2010 (договор №32/285 от 27.07.2010)

4. Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader Corporate 9.0 (сетевая версия), 2009 год (договор ЛЦ-080000510 от 28 апреля 2009 г.)

## **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой специалитета, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;

- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МГТУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

### 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля)	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
	4	
Лекции	10	10
Практические занятия	10	10
Лабораторные работы	10	10
Самостоятельная работа	114	114
Подготовка к промежуточной аттестации	-	-
<b>Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки</b>	<b>144/20</b>	<b>144/20</b>
Формы промежуточного и текущего контроля		
Экзамен	-	-
Зачет/зачет с оценкой	есть/ -	есть/ -
Курсовая работа (проект)	-	-
Количество расчетно-графических работ	-	-
Количество контрольных работ	1	1
Количество рефератов	-	-
Количество эссе	-	-

### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
	Виртуальный лабораторный практикум по физике: Лаптенков Б.К. Приложение №1 к Виртуальному практикуму по физике для вузов. Лабораторные работы по курсу физики с компьютерными моделями. // Учебное пособие для студентов высших технических учебных заведений дневной, вечерней и заочной (дистанционной) форм обучения. М.: 2002. - 64 с.
1	№ 4.1. Адиабатический процесс
2	№ 4.4. Уравнение состояния газа Ван-дер-Ваальса
3	№ 4.7. Политропический процесс

**Перечень практических занятий по формам обучения**

<b>№ п\п</b>	<b>Темы практических занятий</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
	<b>Очная форма</b>
1	Уравнение Ван-дер-Ваальса
2	Критическое состояние
3	Внутренняя энергия реального газа
4	Квантовые макроскопические эффекты при низких температурах
5	Контрольная работа