

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

Б. 1.0. 27
шифр дисциплины

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины
(модуля)

«Научные основы физики низких температур»

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

Утверждено на заседании кафедры
высшей математики и физики
наименование кафедры

протокол №_6 от _22.06.2024 г. ____

Заведующий кафедрой высшей математики
и физики

_____ Левитес В.В.
подпись

Мурманск
2024

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

Тема 2. Физика реальных газов

- 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. Физические основы работы холодильных машин

- 3.1. Обратный цикл Карно.
- 3.2. Принцип работы холодильной машины.
- 3.3. Идеальная и реальная холодильные машины.

Тема 4. Методы получения низких температур

- 4.1. Парообразование жидкостей.
- 4.2. Дросселирование (эффект Джоуля- Томсона).
- 4.3. Расширение с совершением внешней работы.
- 4.4. Адиабатное размагничивание.

Тема 5. Методы ожижения газов

- 5.1. Каскадный процесс.
- 5.2. Метод Линде.
- 5.3. Метод Клода.

Тема 6. Основы криогеники

- 6.1. Механические свойства тел при низких температурах.
- 6.2. Тепловые свойства тел при низких температурах.
- 6.3. Электрические и магнитные свойства тел при низких температурах.

Тема 7. Квантовые макроскопические эффекты при низких температурах

- 7.1. Сверхпроводимость.
- 7.2. Сверхтекучесть.

3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ 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 МАУ 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 МАУ;

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 | - | - |
| Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки | 144/20 | 144/20 |
| 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 |
| Очная форма | |
| 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

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