

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Физика и техника низких температур

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**САПР НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ УСТАНОВОК**

|  |   |
|--|---|
| <b>Блок:</b>                             | <b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>                             |
| <b>Часть образовательной программы:</b>  | <b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b> |
| <b>№ дисциплины по учебному плану:</b>   | <b>Б1.Ч.08.01.01</b>  |
| <b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b> | <b>1 семестр - 5;</b>   |
| <b>Часов (всего) по учебному плану:</b>  | <b>180 часов</b>  |
| <b>Лекции</b>                            | <b>1 семестр - 16 часов;</b>                                    |
| <b>Практические занятия</b>              | <b>1 семестр - 32 часа;</b>                                     |
| <b>Лабораторные работы</b>               | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Консультации</b>                      | <b>1 семестр - 2 часа;</b>                                      |
| <b>Самостоятельная работа</b>            | <b>1 семестр - 129,5 часа;</b>                                  |
| <b>в том числе на КП/КР</b>              | <b>не предусмотрено учебным планом</b>                          |
| <b>Иная контактная работа</b>            | <b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>             |
| <b>включая:</b>                          |   |
| <b>Контрольная работа</b>                |   |
| <b>Промежуточная аттестация:</b>         |   |
| <b>Экзамен</b>                           | <b>1 семестр - 0,5 часа;</b>                                    |

**Москва 2022**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Алексеев Т.А.                |
|  | Идентификатор                                      | Rb6b311cc-AlexeevTA-7434fce7 |

(подпись)

Т.А. Алексеев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                              |
|--|--|------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                              |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                              |
|  | Владелец   | Крюков А.П.                  |
|  | Идентификатор                                      | R9b81f956-KryukovAP-8dacf4ed |

(подпись)

А.П. Крюков

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

|  |  |                           |
|--|--|---------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                           |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                           |
|  | Владелец   | Пузина Ю.Ю.               |
|  | Идентификатор                                      | Re86e9a56-Puzina-4d2acad1 |

(подпись)

Ю.Ю. Пузина

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение проблем при конструировании автоматизированных низкотемпературных систем, эксплуатации низкотемпературных систем и проведения экспериментальных исследований; изучение использования информационных технологий при проектировании новых низкотемпературных систем и установок.

### Задачи дисциплины

- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения по использованию техники микропроцессорных систем при конструировании криогенных систем, эксплуатации криогенных систем и проведения экспериментальных исследований.;
- познакомить обучающихся с информационными технологиями применяемыми в процессе проектирования новых систем и установок низкотемпературной техники;;
- дать информацию программных приложениях, применяемых при проектировании новых систем и установок низкотемпературной техники;;
- научить принимать и обосновывать конкретные технические решения при проектировании новых систем и установок низкотемпературной техники;;
- научить использовать полученные знания в области информационных технологий к решению конкретных технических проблем возникающих при проектировании и создании низкотемпературных систем..

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

| Код и наименование компетенции   | Код и наименование индикатора достижения компетенции   | Запланированные результаты обучения  |
|--|--|--|
| ПК-1 Способен анализировать и моделировать физические процессы в элементах энергетического оборудования  | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Владеет навыками расчета теплогидравлических процессов в элементах энергетического оборудования, навыки постобработки результатов расчетов и компьютерного моделирования этих процессов | знать:<br>- основные методы описания конденсированных систем, в том числе квантовых жидкостей, а также способы расчета процессы переноса в условиях существенной неравновесности.<br><br>уметь:<br>- анализировать информацию о новых технологиях получения низких температур, способах их описания. |
| ПК-3 Готов самостоятельно определять направление и характер проводимых исследований, учитывать современные тенденции развития низкотемпературной техники | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> Владеет способами решения физико-технических и инженерных проблем в современных низкотемпературных установках   | знать:<br>- основные источники научно-технической информации по методам описания конденсированных систем и процессов на поверхности раздела фаз.<br><br>уметь:<br>- самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи.                                   |

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Физика и техника низких температур (далее – ОПОП), направления подготовки 14.04.01 Ядерная энергетика и теплофизика, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать основные источники научно-технической информации по методам описания конденсированных систем и процессов на поверхности раздела фаз
- знать основные методы описания конденсированных систем, в том числе квантовых жидкостей, а также способы расчета процессы переноса в условиях существенной неравновесности
- уметь самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи
- уметь анализировать информацию о новых технологиях получения низких температур, способах их описания

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

| № п/п | Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации        | Всего часов на раздел | Семестр | Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   | Содержание самостоятельной работы/ методические указания                   |
|-------|---|-----------------------|---------|--|-----|----|--------------|---|-----|----|----|-------------------|-----------------------------------|--|
|       |   |                       |         | Контактная работа  |     |    |              |   |     |    | СР |                   |                                   |  |
|       |   |                       |         | Лек  | Лаб | Пр | Консультация |   | ИКР |    | ПА | Работа в семестре | Подготовка к аттестации /контроль |  |
| КПР   | ГК  | ИККП                  | ТК      |  |     |    |              |   |     |    |    |                   |                                   |  |
| 1     | 2   | 3                     | 4       | 5  | 6   | 7  | 8            | 9 | 10  | 11 | 12 | 13                | 14                                | 15   |
| 1     | Основные принципы процесса проектирования                     | 18                    | 1       | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], 12-24   |
| 1.1   | Основные принципы процесса проектирования                     | 18                    |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |  |
| 2     | Автоматизация процесса создания технической документации      | 18                    |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], 35-98   |
| 2.1   | Автоматизация процесса создания технической документации      | 18                    |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |  |
| 3     | Автоматизация вычислений при создании проекта                 | 18                    |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[3], 98-107  |
| 3.1   | Автоматизация вычислений при создании проекта                 | 18                    |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |  |
| 4     | Создание баз данных информации необходимой при проектировании | 18                    |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 202-215 |
| 4.1   | Создание баз данных информации необходимой при проектировании | 18                    |         | 2  | -   | 4  | -            | - | -   | -  | -  | 12                | -                                 |  |

|     |  |       |    |   |    |   |   |   |   |     |    |       |  |
|-----|--|-------|----|---|----|---|---|---|---|-----|----|-------|--|
| 5   | Основные понятия и возможности машинной графики                  | 18    | 2  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 12 | -     | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 12-38   |
| 5.1 | Основные понятия и возможности машинной графики                  | 18    | 2  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 12 | -     |  |
| 6   | Программирование задач проектирования на языках высокого уровня  | 18    | 2  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 12 | -     | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[2], 280-310 |
| 6.1 | Программирование задач проектирования на языках высокого уровня  | 18    | 2  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 12 | -     |  |
| 7   | Основы построения автоматизированного технологического комплекса | 18    | 2  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 12 | -     | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 5-35    |
| 7.1 | Основы построения автоматизированного технологического комплекса | 18    | 2  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 12 | -     |  |
| 8   | Конкретные системы САПР низкотемпературного оборудования         | 18    | 2  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 12 | -     | <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b><br>[1], 35-38   |
| 8.1 | Конкретные системы САПР низкотемпературного оборудования         | 18    | 2  | - | 4  | - | - | - | - | -   | 12 | -     |  |
|     | Экзамен  | 36.0  | -  | - | -  | - | 2 | - | - | 0.5 | -  | 33.5  |  |
|     | Всего за семестр   | 180.0 | 16 | - | 32 | - | 2 | - | - | 0.5 | 96 | 33.5  |  |
|     | Итого за семестр   | 180.0 | 16 | - | 32 |   | 2 |   | - | 0.5 |    | 129.5 |  |

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

## **3.2 Краткое содержание разделов**

### 1. Основные принципы процесса проектирования

#### 1.1. Основные принципы процесса проектирования

Классификация основных изделий криогенной техники. Основные понятия и принципы процесса проектирования. Их связь с разработкой программного обеспечения САПР. Уровни проектирования. Обобщенная схема проектирования на К-уровне. Информационное обеспечение для реализации этого алгоритма. Обобщенная схема информационного и программного обеспечения САПР. Основные характеристики элементов схемы..

### 2. Автоматизация процесса создания технической документации

#### 2.1. Автоматизация процесса создания технической документации

Подготовка проектной технической документации САПР с использованием средств вычислительной техники. Возможности текстовых редакторов. Характеристики и практическая работа с текстовым редактором в САПР. Тенденции развития текстовых редакторов..

### 3. Автоматизация вычислений при создании проекта

#### 3.1. Автоматизация вычислений при создании проекта

Основные принципы организации вычислительных операций при работе с электронными таблицами в САПР. Возможности их использования. Решение с их помощью различных вычислительных и оптимизационных задач в САПР..

### 4. Создание баз данных информации необходимой при проектировании

#### 4.1. Создание баз данных информации необходимой при проектировании

Использование баз данных при проектировании изделий низкотемпературной техники. Основные понятия структурной организации баз данных. Требования предъявляемые к СУБД «гибких» баз данных. Изучение характеристик и практическая работа с базой данных..

### 5. Основные понятия и возможности машинной графики

#### 5.1. Основные понятия и возможности машинной графики

Основные понятия инженерной графики и их связь с машинной графикой. Возможности машинной графики. Характеристики и практическая работа со средствами машинной графики. Возможности 3d проектирования..

### 6. Программирование задач проектирования на языках высокого уровня

#### 6.1. Программирование задач проектирования на языках высокого уровня

Алгоритм проектирования конкретного изделия. Создание управляющей программы процесса проектирования. Алгоритмические языки позволяющие осуществить реализацию управляющей программы. Связь различных средств вычислительной техники САПР и управляющей программы между собой. Практическая работа по созданию элементов САПР..

### 7. Основы построения автоматизированного технологического комплекса

#### 7.1. Основы построения автоматизированного технологического комплекса

Технологический комплекс САПР. Автоматизация производства. Использование станков с числовым программным управлением и достижений робототехники. Подключение комплекса в общую структуру САПР..

#### 8. Конкретные системы САПР низкотемпературного оборудования

##### 8.1. Конкретные системы САПР низкотемпературного оборудования

Основные элементы низкотемпературного оборудования. Возможности создания САПР этих элементов. Примеры создания САПР отдельных элементов и низкотемпературных систем..

### **3.3. Темы практических занятий**

1. Использование электронных таблиц EXCEL (проведение вычислений, решение оптимизационной задачи, фильтрация данных, использование функций работы с базой данных).;
2. Оформление документации в текстовом редакторе WORD (использование графики, оформление форм, работа с базой данных).;
3. Создание схемы низкотемпературной установки по индивидуальному заданию и проектирование отдельного блока схемы.;
4. Знакомство с элементами САПР по расчету криогенных емкостей и установок (вычерчивание схем установок, расчет теплопритоков, расчет теплообменников и компрессоров).;
5. Создание алгоритмических программ на VISUAL BASIC.;
6. Создание чертежей конструкций изделий низкотемпературной техники в AUTOCAD, 3d max.;
7. Создание баз данных в ACCESS (оформление таблиц, создание форм, запросов, отчетов, работа с текстовым редактором и электронными таблицами).;
8. Оформление документации в текстовом редакторе WORD (проведение вычислений, запись формул, построение диаграмм)..

### **3.4. Темы лабораторных работ** не предусмотрено

### **3.5 Консультации**

### **3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ** Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

| Запланированные результаты обучения по дисциплине<br>(в соответствии с разделом 1)   | Коды индикаторов     | Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1) |   |   |   |   |   |   |   | Оценочное средство (тип и наименование) |  |
|--|----------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
|  |                      | 1   | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |   |  |
| <b>Знать:</b>  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| основные методы описания конденсированных систем, в том числе квантовых жидкостей, а также способы расчета процессы переноса в условиях существенной неравновесности | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> |   |   |   |   |   |   |   | + | +                                       | Контрольная работа/Технологический комплекс САПР                             |
| основные источники научно-технической информации по методам описания конденсированных систем и процессов на поверхности раздела фаз                                  | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> |   |   |   |   | + | + |   |   |   | Контрольная работа/Принципы проектирования                                   |
| <b>Уметь:</b>  |                      |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |
| анализировать информацию о новых технологиях получения низких температур, способах их описания   | ИД-2 <sub>ПК-1</sub> |   |   | + | + |   |   |   |   |   | Контрольная работа/САПР теплообменного оборудования                          |
| самостоятельно разбираться в методиках расчета и применять их для решения поставленной задачи  | ИД-1 <sub>ПК-3</sub> | +   | + |   |   |   |   |   |   |   | Контрольная работа/САПР создания и расчета схем низкотемпературных установок |

#### **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

##### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

**1 семестр**

Форма реализации:

1. САПР создания и расчета схем низкотемпературных установок (Контрольная работа)

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Принципы проектирования (Контрольная работа)
2. САПР теплообменного оборудования (Контрольная работа)
3. Технологический комплекс САПР (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

##### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

Экзамен (Семестр №1)

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

#### **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Певчев, Ю. Ф. Автоматизация физического эксперимента : учебное пособие для физических специальностей вузов / Ю. Ф. Певчев, К. Г. Финогенов . – М. : Энергоатомиздат, 1986 . – 367 с.;
2. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : Учебник для вузов по направлению "Информатика и вычислительная техника" / И. П. Норенков . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 . – 336 с. – (Информатика в техническом университете) . - ISBN 5-7038-2090-1 .;
3. Абросимов С. Н.- "Основы компьютерной графики САПР изделий машиностроения (MCAD)", Издательство: "БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова", Санкт-Петербург, 2014 - (206 с.)  
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1\\_id=63672](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=63672).

##### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. Windows / Операционная система семейства Linux;
2. Ansys / CAE Fidesys.

##### **5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:**

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)

3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>

#### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

| Тип помещения   | Номер аудитории, наименование | Оснащение   |
|---|-------------------------------|---|
| Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля | М-411/1, Компьютерный класс   | стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный              |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ       | сервер, кондиционер   |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП          | М-411/1, Компьютерный класс   | стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный              |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ       | сервер, кондиционер   |
| Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации               | М-411/1, Компьютерный класс   | стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный              |
|   | Ж-120, Машинный зал ИВЦ       | сервер, кондиционер   |
| Помещения для самостоятельной работы                                    | М-411/1, Компьютерный класс   | стол, стул, доска меловая, мультимедийный проектор, компьютер персональный              |
| Помещения для консультирования  | М-402, Аудитория каф. "ИТ"    | стеллаж для хранения книг, стул, стол письменный  |
| Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря                | М-407/1, Кладовая             | стеллаж для хранения инвентаря, стеллаж для хранения книг, инвентарь специализированный |

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

## САПР низкотемпературных установок

(название дисциплины)

## 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

КМ-1 Принципы проектирования (Контрольная работа)

КМ-2 Технологический комплекс САПР (Контрольная работа)

КМ-3 САПР создания и расчета схем низкотемпературных установок (Контрольная работа)

КМ-4 САПР теплообменного оборудования (Контрольная работа)

**Вид промежуточной аттестации – Экзамен.**

| Номер раздела | Раздел дисциплины  | Индекс КМ: | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|---------------|--|------------|------|------|------|------|
|               |  | Неделя КМ: | 6    | 10   | 12   | 16   |
| 1             | Основные принципы процесса проектирования                        |            |      |      |      |      |
| 1.1           | Основные принципы процесса проектирования                        |            |      |      | +    |      |
| 2             | Автоматизация процесса создания технической документации         |            |      |      |      |      |
| 2.1           | Автоматизация процесса создания технической документации         |            |      |      | +    |      |
| 3             | Автоматизация вычислений при создании проекта                    |            |      |      |      |      |
| 3.1           | Автоматизация вычислений при создании проекта                    |            |      |      |      | +    |
| 4             | Создание баз данных информации необходимой при проектировании    |            |      |      |      |      |
| 4.1           | Создание баз данных информации необходимой при проектировании    |            |      |      |      | +    |
| 5             | Основные понятия и возможности машинной графики                  |            |      |      |      |      |
| 5.1           | Основные понятия и возможности машинной графики                  |            | +    |      |      |      |
| 6             | Программирование задач проектирования на языках высокого уровня  |            |      |      |      |      |
| 6.1           | Программирование задач проектирования на языках высокого уровня  |            | +    |      |      |      |
| 7             | Основы построения автоматизированного технологического комплекса |            |      |      |      |      |
| 7.1           | Основы построения автоматизированного технологического комплекса |            |      | +    |      |      |
| 8             | Конкретные системы САПР низкотемпературного оборудования         |            |      |      |      |      |

|            |  |    |    |    |    |
|------------|--|----|----|----|----|
| 8.1        | Конкретные системы САПР низкотемпературного оборудования |    | +  |    |    |
| Вес КМ, %: |  | 25 | 25 | 25 | 25 |