

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ИНСТИТУТ ОБЩЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

КАФЕДРА ОБЩЕЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО

УМС ИФТИС Протокол №1 от 28.08.2024 г.

УМС ИЯФИТ Протокол №01/08/24-573.1 от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОБЩАЯ ФИЗИКА (ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ)

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 14.05.04 Электроника и автоматика физических установок

[2] 14.05.02 Атомные станции: проектирование, эксплуатация и инжиниринг

[3] 14.05.01 Ядерные реакторы и материалы

| Семестр | Трудоемкость, кред. | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | В форме практической подготовки/ В | СРС, час. | КСР, час. | Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП |
|---------|---------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|------------------------------------|-----------|-----------|------------------------------------|
| 3       | 6                   | 216                     | 32           | 64                     | 32                    |                                    | 52        | 0         | Э                                  |
| Итого   | 6                   | 216                     | 32           | 64                     | 32                    | 32                                 | 52        | 0         |                                    |

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина формирует у студентов компетенции, освоение которых требует современного естественнонаучного мировоззрения и научного мышления. В рамках данной дисциплины студенты знакомятся с основами классической электродинамики, приобретают навыки/умения применения законов электродинамики для решения исследовательских и инженерных задач и приобретают навыки/умения работы с приборами и оборудованием.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

- выработать у студентов диалектико-материалистическое понимание природы, сформировать научный метод мышления, воспитать инженерную интуицию,
- осветить мировоззренческие и методологические проблемы физики, отразить основные черты современной естественно - научной картины мира,
- показать важную роль современной физики в решении глобальных проблем человечества (энергетической, экологической и др.);
- подготовить студентов к изучению теоретических и специальных курсов физики.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в естественнонаучный модуль. Освоение данной дисциплины является базой для последующего изучения студентами физических и смежных дисциплин. Знание ее материалов необходимы при практической работе выпускников и при научно-исследовательской деятельности.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

| Код и наименование компетенции                                                                                                              | Код и наименование индикатора достижения компетенции                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| УК-1 [1, 2, 3] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий | З-УК-1 [1, 2, 3] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации<br>У-УК-1 [1, 2, 3] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации<br>В-УК-1 [1, 2, 3] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий |
| УКЕ-1 [1, 2, 3] – Способен использовать знания                                                                                              | З-УКЕ-1 [1, 2, 3] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

|                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах | математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования<br>У-УКЕ-1 [1, 2, 3] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи<br>В-УКЕ-1 [1, 2, 3] – владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задач анализа и расчета характеристик физических систем, основными приемами обработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### 4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

| Направления/цели воспитания            | Задачи воспитания (код)                                                                                                                                                                                                                  | Воспитательный потенциал дисциплин                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Интеллектуальное воспитание            | Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)                                                                                                                                                          | Использование воспитательного потенциала дисциплин гуманитарного, естественнонаучного, общепрофессионального и профессионального модуля для формирования культуры умственного труда посредством вовлечения студентов в учебные исследовательские задания, курсовые работы и др.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Профессиональное и трудовое воспитание | Создание условий, обеспечивающих, формирование глубокого понимания социальной роли профессии, позитивной и активной установки на ценности избранной специальности, ответственного отношения к профессиональной деятельности, труду (В14) | 1.Использование воспитательного потенциала дисциплин естественнонаучного и общепрофессионального модуля для: - формирования позитивного отношения к профессии инженера (конструктора, технолога), понимания ее социальной значимости и роли в обществе, стремления следовать нормам профессиональной этики посредством контекстного обучения, решения практико-ориентированных ситуационных задач. - формирования устойчивого интереса к профессиональной деятельности, способности критически, самостоятельно мыслить, понимать значимость профессии посредством осознанного выбора тематики проектов, выполнения проектов с последующей публичной презентацией результатов, в том числе обоснованием их социальной и практической значимости; - |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>формирования навыков командной работы, в том числе реализации различных проектных ролей (лидер, исполнитель, аналитик и пр.) посредством выполнения совместных проектов. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплины «Экономика и управление в промышленности на основе инновационных подходов к управлению конкурентоспособностью», «Юридические основы профессиональной деятельности» для: - формирования навыков системного видения роли и значимости выбранной профессии в социально-экономических отношениях через контекстное обучение</p> |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Разделы учебной дисциплины, их объем, сроки изучения и формы контроля:

| № п.п | Наименование раздела учебной дисциплины | Недели | Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час. | Обязат. текущий контроль (форма*, неделя) | Максимальный балл за раздел** | Аттестация раздела (форма*, неделя) | Индикаторы освоения компетенции                   |
|-------|-----------------------------------------|--------|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------------------|
|       | <i>3 Семестр</i>                        |        |                                                        |                                           |                               |                                     |                                                   |
| 1     | Электричество                           | 1-8    | 16/32/0                                                | к.р-8 (15)                                | 20                            | КИ-8                                | З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 |
| 2     | Магнетизм                               | 9-16   | 16/32/0                                                | ДЗ-16 (1),к.р-15 (15)                     | 20                            | КИ-16                               | З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 |
| 3     | Электричество и магнетизм. Физпрактикум | 1-16   | 0/0/32                                                 | КИ-8 (100)                                | 10                            | КИ-16                               | З-УК-1, У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1 |

|  |                                             |  |          |  |    |   |                                                                  |
|--|---------------------------------------------|--|----------|--|----|---|------------------------------------------------------------------|
|  | <i>Итого за 3 Семестр</i>                   |  | 32/64/32 |  | 50 |   |                                                                  |
|  | <b>Контрольные мероприятия за 3 Семестр</b> |  |          |  | 50 | Э | 3-УК-1,<br>У-УК-1,<br>В-УК-1,<br>3-УКЕ-1,<br>У-УКЕ-1,<br>В-УКЕ-1 |

\* – сокращенное наименование формы контроля

\*\* – сумма максимальных баллов должна быть равна 100 за семестр, включая зачет и (или) экзамен

Сокращение наименований форм текущего контроля и аттестации разделов:

| Обозначение | Полное наименование |
|-------------|---------------------|
| ДЗ          | Домашнее задание    |
| КИ          | Контроль по итогам  |
| к.р         | Контрольная работа  |
| Э           | Экзамен             |

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

| Недели     | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Лек., час.                                         | Пр./сем., час. | Лаб., час. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|------------|
|            | <i>3 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 32                                                 | 64             | 32         |
| <b>1-8</b> | <b>Электричество</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 16                                                 | 32             | 0          |
| 1          | <b>Элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона</b><br>Точечный заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона. Система единиц. Рационализированная запись формул. Электрическое поле. Напряженность поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции полей. Работа сил электростатического поля. Потенциальная энергия заряда в поле. Потенциал. Энергия взаимодействия системы зарядов. Связь между напряженностью электрического поля и потенциалом. Электрический диполь. Электрический момент диполя. Момент сил, действующих на диполь. Энергия диполя во внешнем электрическом поле. Сила, действующая на диполь в неоднородном поле. | Всего аудиторных часов<br>2 4 0<br>Онлайн<br>0 0 0 |                |            |
| 2          | <b>Элементы векторного анализа (1-я часть)</b><br>Поле системы зарядов на больших расстояниях. Дипольный электрический момент системы зарядов. Поток вектора. Дивергенция. Теорема Остроградского-Гаусса. Оператор набла. Теорема Гаусса для вектора E. Дивергенция E.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Всего аудиторных часов<br>2 4 0<br>Онлайн<br>0 0 0 |                |            |
| 3          | <b>Объемная, поверхностная и линейная плотность зарядов</b><br>Поле одной и двух заряженных плоскостей. Поле заряженных цилиндрических и сферических поверхностей. Поле заряженного                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Всего аудиторных часов<br>2 4 0<br>Онлайн<br>0 0 0 |                |            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                        |    |   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|----|---|
|      | шара.Полярные и неполярные молекулы.<br>Поляризованность диэлектрика. Диэлектрическая восприимчивость. Связанные и сторонние заряды. Микро- и макроскопические поля. Связь между поляризованностью диэлектрика и поверхностной и объемной плотностью связанных зарядов.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                        |    |   |
| 4    | <b>Вектор электрического смещения (электрическая индукция). Проводник во внешнем электрическом поле</b><br>Диэлектрическая проницаемость. Теорема Гаусса для вектора D. Поле в диэлектрике.Условия на границе двух диэлектриков. Силы, действующие на заряд в диэлектрике. Сегнетоэлектрик.Условия равновесия зарядов на проводнике. Поле вблизи поверхности проводника. Проводник во внешнем электрическом поле. Емкость плоского конденсатора.                                                                                                        | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                      | 4  | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 0  | 0 |
| 5    | <b>Энергия заряженного проводника. Закон Ома</b><br>Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Плотность энергии.Электрический ток. Сила и плотность тока. Уравнение непрерывности. Сторонние силы. Электродвижущая сила. Напряжение. Закон Ома. Сопротивление проводников. Сверхпроводимость. Закон Ома в дифференциальной форме. Закон Ома для неоднородного участка цепи. Разветвленные цепи. Правила Кирхгофа.Мощность тока. Закон Джоуля-Ленца. Удельная тепловая мощность тока (дифференциальная форма закона Джоуля -Ленца). | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                      | 4  | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 0  | 0 |
| 6    | <b>Элементы векторного анализа (2-я часть). Магнитное поле</b><br>Циркуляция вектора. Ротор. Теорема Стокса. Циркуляция и ротор электрического поля. Магнитное поле. Взаимодействие токов. Опыт Эрстеда. Магнитная индукция. Принцип суперпозиции магнитных полей.Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Закон Био – Савара - Лапласа. Поле бесконечного прямого тока.                                                                                                                                                                           | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                      | 4  | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 0  | 0 |
| 7    | <b>Сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле (магнитная сила)</b><br>Сила Лоренца. Закон Ампера.Электрическое поле, измеренное в разных системах отсчета. Преобразование электромагнитного поля.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                      | 4  | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 0  | 0 |
| 8    | <b>Замкнутый контур с током в магнитном поле</b><br>Вращательный момент, действующий на контур. Дипольный магнитный момент контура. Энергия контура во внешнем магнитном поле. Сила, действующая на контур в неоднородном поле.Магнитное поле контура с током. Поле в центре и на оси кругового тока.Теорема Гаусса для вектора B. Дивергенция B. Циркуляция и ротор магнитного поля. Поле соленоида и тороида.                                                                                                                                         | Всего аудиторных часов |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2                      | 4  | 0 |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Онлайн                 |    |   |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0                      | 0  | 0 |
| 9-16 | <b>Магнетизм</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 16                     | 32 | 0 |
| 9    | <b>Намагниченность магнетика. Связь между</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Всего аудиторных часов |    |   |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                        |   |    |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|---|----|
|        | <b>намагниченностью и плотностью молекулярных</b><br>Напряженность магнитного поля. Циркуляция вектора $H$ .<br>Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость.<br>Условия на границе двух магнетиков. Природа<br>диамагнетизма и парамагнетизма (качественно).<br>Ферромагнетизм. Гистерезис. Остаточная<br>намагниченность и коэрцитивная сила. Природа<br>ферромагнетизма. Домены. Точка Кюри.<br>Антиферромагнетики. | 2                      | 4 | 0  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |
| 10     | <b>Опыт Фарадея. Явление электромагнитной индукции.</b><br><b>Правило Ленца. Электродвижущая сила индукции.</b><br>Потокосцепление (полный магнитный поток).<br>Баллистический метод измерения магнитной индукции.<br>Токи Фуко. Явление самоиндукции. Индуктивность. ЭДС<br>самоиндукции. Индуктивность соленоида.                                                                                                           | Всего аудиторных часов |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                      | 4 | 0  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |
| 11     | <b>Энергия магнитного поля тока.</b><br>Плотность магнитной энергии. Работа перемещения<br>ферромагнетика.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Всего аудиторных часов |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                      | 4 | 0  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |
| 12     | <b>Вихревое электрическое поле. Электромагнитное поле</b><br>Ток смещения. Полный ток.<br>Уравнение Максвелла в дифференциальной форме.<br>Уравнение Максвелла в интегральной форме.                                                                                                                                                                                                                                          | Всего аудиторных часов |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                      | 4 | 0  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |
| 13     | <b>Квазистационарные токи. Свободные колебания в контуре без активного сопротивления</b><br>Свободные затухающие колебания. Логарифмический<br>декремент затухания. Добротность контура. Вынужденные<br>электрические колебания. Резонансные кривые для<br>напряжения и силы тока.                                                                                                                                            | Всего аудиторных часов |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                      | 4 | 0  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |
| 14     | <b>Движение заряженной частицы в однородном поле</b><br>Определение удельного заряда электрона. Опыт Томсона.<br>Опыт Буша. Определение заряда электрона в опыте<br>Милликена. Определение удельного заряда иона. Метод<br>парабол Томсона. Масс-спектрограф Астона. Масс-<br>спектрограф Бейнбриджа. Ускорители заряженных частиц.<br>Генератор Ван-де-Граафа. Бетатрон. Циклотрон.<br>Протонный синхротрон.                 | Всего аудиторных часов |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                      | 4 | 0  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |
| 15     | <b>Плазма как состояние вещества</b><br>Квазинейтральность плазмы. Движение частиц в<br>плазме. Дебаевский радиус экранирования. Плазма в<br>магнитном поле. Магнитное удержание плазмы.                                                                                                                                                                                                                                      | Всего аудиторных часов |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                      | 4 | 0  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |
| 16     | <b>Природа носителей тока в металлах</b><br>Опыт Рикке. Опыты, подтверждающие наличие<br>свободных электронов в металлах: опыт Манделштама и<br>Папалекси, опыт Толмена и Стюарта. Теория<br>проводимости Друда.                                                                                                                                                                                                              | Всего аудиторных часов |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 2                      | 4 | 0  |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |
| 1-16   | <b>Электричество и магнетизм. Физпрактикум</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0                      | 0 | 32 |
| 1 - 16 | <b>Лабораторный практикум</b><br>Выполнение лабораторных работ по индивидуальному<br>графику.<br>Электроизмерительные приборы.<br>Электромагнитные колебания и переменный ток.                                                                                                                                                                                                                                                | Всего аудиторных часов |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 32 |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Онлайн                 |   |    |
|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0                      | 0 | 0  |

|  |                                                                                          |  |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | Электрические и магнитные свойства вещества.<br>Движение частиц в электромагнитном поле. |  |  |  |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

Сокращенные наименования онлайн опций:

| Обозначение | Полное наименование              |
|-------------|----------------------------------|
| ЭК          | Электронный курс                 |
| ПМ          | Полнотекстовый материал          |
| ПЛ          | Полнотекстовые лекции            |
| ВМ          | Видео-материалы                  |
| АМ          | Аудио-материалы                  |
| Прз         | Презентации                      |
| Т           | Тесты                            |
| ЭСМ         | Электронные справочные материалы |
| ИС          | Интерактивный сайт               |

## ТЕМЫ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

| Недели | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <i>3 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 1 - 16 | <p><b>Лабораторные работы</b></p> <p>Лабораторный практикум «Электроизмерительные приборы. Электромагнитные колебания и переменный ток».</p> <p>Работа 1. Исследование периодических и импульсных процессов с помощью осциллографа.</p> <p>Работа 2. Измерение сопротивлений.</p> <p>Работа 11. Исследование колебаний в простом колебательном контуре.</p> <p>Работа 12. Изучение резонанса напряжений и определение емкости и индуктивности методом резонанса.</p> <p>Работа 13. Релаксационный генератор.</p> <p>Работа 14. Вихревое электрическое поле.</p> <p>Работа 15. Изучение скин - эффекта.</p> <p>Работа 16. Изучение полупроводникового выпрямителя.</p> <p>Лабораторный практикум «Электрические и магнитные свойства вещества. Движение частиц в электромагнитном поле».</p> <p>Работа 3. Изучение термоэлектрических явлений.</p> <p>Работа 4. Изучение сегнетоэлектричества.</p> <p>Работа 5. Температурная зависимость электропроводности полупроводников.</p> <p>Работа 6. Изучение термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода</p> <p>Работа 7. Измерение удельного заряда электрона.</p> <p>Работа 8. Исследование ферромагнетиков в переменном магнитном поле.</p> <p>Работа 9. Исследование явления Холла в полупроводниках.</p> <p>Работа 10. Эффект Холла в металлах.</p> <p>Работа 19. Вихревое электрическое поле и скин – эффект.</p> <p>Работа 20. Изучение цепи переменного тока и определение ее параметров.</p> <p>Лабораторный практикум «Электромагнетизм» (для выполнения на модульных установках).</p> |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Релаксационный генератор.</li> <li>2. Изучение осциллографа. Исследование гармонических и прямоугольных колебаний.</li> <li>3. Электрические цепи постоянного тока.</li> <li>4. Эффект Холла.</li> <li>5. Вольт-амперные характеристики приборов.</li> <li>6. Методы измерения магнитного поля. Магнитное поле постоянного магнита.</li> <li>7. Измерение диэлектрической проницаемости твердых тел.</li> <li>8. Свободные затухающие колебания</li> <li>9. . Магнитное поле токовых систем.</li> <li>10. Переходные процессы в RC-, RL- цепях.</li> <li>11. Изучение термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода.</li> <li>12. Электрическая цепь переменного тока.</li> <li>13. Изучение ферромагнетизма.</li> <li>14. . Вынужденные колебания.</li> <li>15. . Определение удельного заряда электрона.</li> <li>16. . Вихревое электрическое поле.</li> <li>17. Скин-эффект.</li> <li>18. Анализ спектра колебаний.</li> </ol> |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

| Недели  | Темы занятий / Содержание                                                                                                                                                                                                        |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         | <i>3 Семестр</i>                                                                                                                                                                                                                 |
| 1       | <b>Вводное занятие</b><br>Основы обработки результатов измерений. Закон Кулона                                                                                                                                                   |
| 2 - 3   | <b>Вычисления электростатических полей</b><br>Поле системы зарядов. Поток и дивергенция векторного поля. Теорема Гаусса для вектора $E$                                                                                          |
| 4       | <b>Вычисления электростатических полей</b><br>Расчеты электростатических полей                                                                                                                                                   |
| 5       | <b>Электрический дипольный момент</b><br>Электрический дипольный момент. Поле диполя. Электрический диполь в электрическом поле.                                                                                                 |
| 6       | <b>Поле в диэлектриках</b><br>Векторы $P$ и $D$ . Теорема Гаусса для векторов $P$ и $D$ . Условия на границе раздела двух диэлектриков                                                                                           |
| 7       | <b>Поле в проводниках</b><br>Поле в проводниках. Емкость. Энергия электростатического поля.                                                                                                                                      |
| 8       | <b>Электрический ток</b><br>1-я контрольная работа<br>1. электростатическое поле в вакууме,<br>2. электростатическое поле в диэлектрике,<br>3. энергия электростатического поля.<br>Закон Ома. Разветвленные электрические цепи. |
| 9 - 10  | <b>Магнитостатические поле в вакууме</b><br>Циркуляция и ротор векторного поля. Магнитная индукция. Теорема о циркуляции вектора $B$                                                                                             |
| 10 - 11 | <b>Закон Био - Савара</b><br>Закон Био-Савара. Магнитное поле контура с током.                                                                                                                                                   |

|         |                                                                                                                                                        |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 - 13 | <b>Закон Ампера</b><br>Замкнутый контур с током в магнитном поле.                                                                                      |
| 14      | <b>Поле в магнетиках</b><br>Поле в магнетиках. Векторы $J$ и $H$ . Условия на границе раздела двух магнетиков                                          |
| 15      | <b>2-я контрольная работа</b><br>1. постоянный электрический ток,<br>2. стационарное магнитное поле,<br>3. уравнения Максвелла, электромагнитные волны |
| 15 - 16 | <b>Явление электромагнитной индукции</b><br>Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Индуктивность                                                     |
| 16      | <b>Уравнения Максвелла.</b><br>Ток смещения. Полный ток.<br>Уравнение Максвелла в дифференциальной форме.<br>Уравнение Максвелла в интегральной форме. |

## 6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Созданы электронные конспекты лекций и электронные презентации к ним (не менее 160 штук к каждому разделу). Лекции читаются в специализированной мультимедийной физической аудитории.

Преподавателями кафедры общей физики регулярно проводятся тематические тестирования (включая входное тестирование остаточных знаний), цель которых – стимулирование студентов к постоянной работе на всех видах аудиторных занятий и регулярного выполнения студентами семестрового домашнего задания.

Каждый раздел тестов содержит от 6 до 8 дидактических единиц, что позволяет подстраивать тест под конкретную задачу, стоящую перед преподавателем. В зависимости от ситуации, преподаватель может варьировать числом задач в тесте (от 1 до 20), необходимых для получения положительной оценки (зачета), временем его прохождения (от 10 минут до 2 часов). По результатам теста составляется протокол с информацией о каждом студенте (время работы, общий балл, какие задания решены успешно). Имеется возможность повторного прохождения теста. Предусмотрены меры против несанкционированного доступа в систему.

## 7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Компетенция | Индикаторы освоения | Аттестационное мероприятие (КП 1)    |
|-------------|---------------------|--------------------------------------|
| УК-1        | З-УК-1              | Э, КИ-8, КИ-16                       |
|             | У-УК-1              | Э, КИ-8, КИ-16                       |
|             | В-УК-1              | Э, КИ-8, КИ-16                       |
| УКЕ-1       | З-УКЕ-1             | Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15 |
|             | У-УКЕ-1             | Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16,        |

|  |         |                                         |
|--|---------|-----------------------------------------|
|  |         | к.р-15                                  |
|  | В-УКЕ-1 | Э, КИ-8, КИ-16, к.р-8, ДЗ-16,<br>к.р-15 |

### Шкалы оценки образовательных достижений

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале    | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------------|----------------------------------|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 90-100       | 5 – <i>«отлично»</i>             | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.                                     |
| 85-89        | 4 – <i>«хорошо»</i>              | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.                                                                                                                                         |
| 75-84        |                                  | C           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 70-74        |                                  | D           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 65-69        | 3 – <i>«удовлетворительно»</i>   | E           | Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.                                        |
| 60-64        |                                  |             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Ниже 60      | 2 – <i>«неудовлетворительно»</i> | F           | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 S26 Physics a general course Vol.2 Electricity and magnetism. Waves. Optics, Savelyev I.V., M.: Mir publishers, 1985
2. ЭИ В93 Высокотемпературная сверхпроводимость. Тлеющий разряд. Электромагнитные явления : лабораторный практикум, Рубин С.Г. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
3. 538.9 В93 Высокотемпературная сверхпроводимость. Тлеющий разряд. Электромагнитные явления : лабораторный практикум, Рубин С.Г. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
4. 53 С12 Курс общей физики Кн.5 Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц, Савельев И.В., Москва: Астрель, АСТ, 2007
5. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Электрические и магнитные свойства вещества. Движение частиц в электромагнитном поле" : , , Москва: МИФИ, 2009
6. 537 Л12 Лабораторный практикум "Электрические и магнитные свойства вещества. Движение частиц в электромагнитном поле" : , , Москва: МИФИ, 2009
7. 621.3 Л12 Лабораторный практикум "Электроизмерительные приборы. Электромагнитные колебания и переменный ток" : , , Москва: МИФИ, 2009
8. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Электроизмерительные приборы. Электромагнитные колебания и переменный ток" : , , Москва: МИФИ, 2009
9. 537 Л12 Лабораторный практикум "Электромагнетизм" : учеб. пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2008
10. ЭИ Л12 Лабораторный практикум "Электромагнетизм" : учебное пособие для вузов, , Москва: МИФИ, 2008
11. ЭИ Л12 Лабораторный практикум курса общей физики. Раздел "Электричество и магнетизм" : учебное пособие для вузов, Калашников Н.П. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
12. 537 Л12 Лабораторный практикум курса общей физики. Раздел "Электричество и магнетизм" : учебное пособие для вузов, Калашников Н.П. [и др.], Москва: НИЯУ МИФИ, 2011
13. 53 А42 Методы оценки погрешностей результатов прямых и косвенных измерений в лабораториях физического практикума : Учебно-методическое пособие, Калашников Н.П., Аксенова Е.Н., Гасников Н.К., Москва: МИФИ, 2009
14. ЭИ А42 Методы оценки погрешностей результатов прямых и косвенных измерений в лабораториях физического практикума : Учебно-методическое пособие, Калашников Н.П., Аксенова Е.Н., Гасников Н.К., Москва: МИФИ, 2009

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 И83 Задачи по общей физике : Учеб. пособие, Иродов И.Е., СПб и др.: Лань, 2004
2. 537 К76 Излучение и рассеяние электромагнитных волн : , Кошелкин А.В., М.: МИФИ, 2004

3. 53 С12 Курс физики Т.2 Электричество. Колебания и волны. Волновая оптика, Савельев И.В., : Лань, 2007
4. 537 И83 Основные законы электромагнетизма : Учеб. пособие для вузов, Иродов И.Е., М.: Высш. школа, 1991
5. 53 С24 Основы статистической обработки результатов измерений : учеб. пособие, Светозаров В.В., Москва: МИФИ, 2005
6. 53 К17 Основы физики Т.1 , , М.: Дрофа, 2003
7. 53 С12 Сборник вопросов и задач по общей физике : учебное пособие для втузов, Савельев И.В., Москва: АСТ; Астрель, 2005
8. 53 К17 Физика. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие для вузов, Калашников Н.П., Кожевников Н.М., Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2009
9. 53 К17 Электричество : учебное пособие для вузов, Калашников С.Г., Москва: Наука, 1964
10. 53 П18 Электричество и магнетизм : , Парселл Э., Москва: Наука, 1971
11. 53 П18 Электричество и магнетизм : , Парселл Э., Москва: Наука, 1975
12. 533 Г67 Элементы физики плазмы : Учеб. пособие, Горбачев Л.П., М.: МИФИ, 1992

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<https://online.mephi.ru/>

<http://library.mephi.ru/>

### **9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

### **10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ**

Методические указания для студентов с описанием режима и характера аудиторной и самостоятельной учебной работы по дисциплине.

Методические рекомендации для усвоения теоретического курса.

Для успешного изучения курса общей физики на младших курсах и подготовки к изучению курсов теоретической физики при обучении в институте на старших курсах необходимо придерживаться определенной методики занятий. Основное условие успеха — систематические занятия.

Почти бесполезно только читать любой учебник, его нужно конспектировать, т. е. записывать самое главное из того, что вы поняли (записывать надо свои мысли, а не текст учебника). Все, что осталось непонятым, надо на ближайшем занятии (лекция, семинар, лабораторная работа) спросить (после этого записать самое главное из вновь понятого, а оставшееся неясным — так бывает! - переспросить). Если даже целый раздел остался неясным, это не показатель ваших способностей; скорее всего вы еще не начали задавать вопросы себе и другим. А изучить физику без вопросов: зачем?, почему?, откуда? — невозможно.

Выводы, встречающиеся в курсе (учебник, лекция), необходимо проделать самостоятельно (спустя некоторое время после проработки и не заглядывая в конспект или учебник).

После того как вы научились давать определения (физически правильно и грамматически верно), записывать их математически, формулировать своими словами и записывать физические законы, объяснять, где и как они применяются, можно считать изучение данного раздела законченным. Ничего, включая важнейшие выводы, определения и формулировки, не надо учить наизусть. При необходимости понятый и закрепленный материал вы легко вспомните. Прорабатывая материал, полезно пользоваться разными учебниками. При подготовке к экзаменам достаточно собственного конспекта.

Сведения по высшей математике, без которых современное изложение курса физики невозможно, рассмотрены в математическом введении основной и дополнительной литературы. Кроме того, параллельно с курсом общей физики Вы изучаете курсы высшей математики, программы которых сбалансированы и сопряжены с программой курса общей физики.

Методические рекомендации для подготовки к семинарским занятиям и решению задач.

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют строго за темами лекций. И программа курса, и семестровый календарный план доступны каждому студенту на сайте учебного управления университета. Подготовиться к очередному семинарскому занятию — это, прежде всего, проработать лекционный материал, согласно методическим рекомендациям, данным выше. Все невыясненные вопросы теории можно (и нужно) задать преподавателю в начале семинарского занятия. На семинаре, как правило, разбираются вопросы и качественные задачи, дающие возможность более глубоко постичь изучаемый раздел курса. Кроме того, на семинаре учат правильно ставить и решать задачи, анализировать решение задач. По пройденной на семинаре теме даются задачи для самостоятельного (домашнего) решения. Усвоение курса во многом зависит от осмысленного выполнения домашнего задания, вдумчивого решения большого количества задач.

При решении задач целесообразно руководствоваться следующими правилами.

Прежде всего нужно хорошо вникнуть в условие задачи, записать кратко ее условие.

Если позволяет характер задачи, обязательно сделайте рисунок, поясняющий ее сущность.

За редкими исключениями, каждая задача должна быть сначала решена в общем виде (т. е. в буквенных обозначениях, а не в числах), причем искомая величина должна быть выражена через заданные величины.

Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет размерность.

Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях.

В тех случаях, когда в процессе нахождения искомых величин приходится решать систему нескольких громоздких уравнений (как, например, часто бывает при нахождении

токов, текущих в сложных разветвленных цепях), целесообразно сначала подставлять в эти уравнения числовые значения коэффициентов и лишь затем определять значения искомых величин.

Убедившись в правильности общего решения, подставляют в него вместо каждой из букв числовые значения обозначенных ими величин, беря, разумеется, все эти значения в одной и той же системе единиц. Чтобы облегчить определение порядка вычисляемой величины, полезно представить исходные величины в виде чисел, близких к единице, умноженных на 10 в соответствующей степени (например, вместо 247 подставить  $2,47 \cdot 10^2$ , вместо 0,086 — число  $0,86 \cdot 10^{-1}$  и т. д.). Подставив в формулу числа, прежде чем начать вычисления, проверьте, нельзя ли воспользоваться формулами для приближенных вычислений, приведенными в Приложениях рекомендованных сборников задач.

Надо помнить, что числовые значения физических величин всегда являются приближенными. Поэтому при расчетах необходимо руководствоваться правилами действий с приближенными числами. В частности, в полученном значении вычисленной величины нужно сохранить последним тот знак, единица которого превышает погрешность этой величины. Все остальные значащие цифры надо отбросить.

Получив числовой ответ, нужно оценить его правдоподобность. Такая оценка может в ряде случаев обнаружить ошибочность полученного результата. Например, скорость тела не может быть больше скорости света в вакууме, дальность полета камня, брошенного человеком, не может быть порядка 1000 м, масса молекулы — порядка 1 мг и т. п.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если учащийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает не-легко и не всегда удается. Но даже не увенчавшиеся успехом попытки найти решение, если они предпринимались достаточно настойчиво, приносят ощутимую пользу, так как развивают мышление и укрепляют волю. Следует иметь в виду, что решающую роль в работе над задачами, как и вообще в учении, играют сила воли и трудолюбие.

Не следует смущаться тем, что некоторые задачи не решаются «с ходу». Достоверно установлено, что процесс творчества в области точных наук (а решение задач есть вид творчества) протекает по следующей схеме. Сначала идет подготовительная стадия, в ходе которой ученый настойчиво ищет решение проблемы. Если решение найти не удастся и проблема оставлена, наступает вторая стадия (стадия инкубации) — ученый не думает о проблеме и занимается другими вопросами. Однако в подсознании продолжается скрытая работа мысли, которая часто приводит в конечном итоге к третьей стадии — внезапному озарению и получению требуемого решения. Нужно иметь в виду, что стадия инкубации не возникает сама собой — для того чтобы пустить в ход машину бессознательного, необходима настойчивая интенсивная работа в ходе подготовительной стадии.

Решение задач, как мы уже отмечали, есть также вид творчества и подчиняется тем же закономерностям, что и работа ученого над научной проблемой. Правда, в некоторых случаях, вторая стадия — стадия инкубации — может быть выражена настолько слабо, что остается незамеченной.

Из сказанного вытекает, что решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед занятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены.

Над заданными «на дом» задачами надо начинать думать как можно раньше, создавая условия для реализации стадии инкубации.

Если в условии задачи имеются числовые данные, не ленитесь доводить решение до числового ответа. Чтобы получить правильный числовой ответ, необходимо хорошо знать единицы физических величин и уметь производить аккуратно и надежно расчеты. И то, и другое может быть достигнуто только длительной практикой. Особое внимание нужно обращать на правильное определение порядка искомой величины. Среди учащихся часто встречается удивительное заблуждение - они считают, что ошибка в порядке величины (даже на несколько порядков) менее существенна, чем ошибка в значащих цифрах. Необоснованность такого мнения легко обнаруживается на следующем примере. Ошибка, заключающаяся в том, что вместо 5 получено 7, составляет 40 %, в то время как ошибка всего на один порядок (скажем, вместо 104 получено 105) составляет 900 %.

В рекомендуемых сборниках задач, в разделе, который следует за ответами, содержатся указания к решению более трудных задач. Обращаться к ним нужно лишь после того, как несколько попыток решить задачу не приведут к успеху.

Наконец, надо иметь в виду, что в ряде случаев задачи расположены в логической последовательности и в порядке возрастающей трудности. Поэтому толчком к решению данной задачи может послужить ознакомление с несколькими предшествующими задачами.

## **11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ**

### **Методические рекомендации к проведению лекций**

1. Подготовка к лекции. Сразу после прочтения очередной лекции надо начинать подготовку к следующей. Составить план (не конспект!) лекции, в котором указать, какие вопросы и в какой последовательности будут излагаться, какие демонстрации и в каком, «месте» будут показаны. Не следует перегружать лекцию демонстрациями – оптимальное число демонстраций, как правило, равно 3-5. Демонстрации должны быть обязательно к месту и с объяснением сути демонстрируемого явления.

Попытаться, не заглядывая в книгу или конспект, проделать необходимые выкладки. Когда это не удастся, нужно восстановить в памяти материал лекции по книге или конспекту и снова попытаться проделать выкладки самостоятельно. Если по истечении 1-2 дней вам удастся проделать выкладки, без каких – либо затруднений, можете быть уверенными, что во время лекции вы не собьетесь.

Далее следует ознакомиться с тем, как излагается соответствующий вопрос в нескольких заслуживающих доверия учебных пособиях, после чего наступает самый важный этап подготовки – обдумывание материала. Этот этап в основном совершается не за письменным столом, а во время прогулок, поездок в городском транспорте, в полусне и т. п. Накануне дня, когда будет читаться лекция, нужно внимательно прочесть весь относящийся к теме лекции материал, содержащийся в учебнике.

Чем лектор меньше «симпатизирует» теме лекции, тем тщательнее должен ее готовить. Надо уметь себя сдерживать – соблюдать необходимую пропорцию между любимыми и нелюбимыми разделами программы.

На лекцию нужно идти, безукоризненно владея материалом. Плохо подготовившийся лектор будет думать не о том, как заинтересовать и увлечь слушателей, а опасаться, как бы не забыть какой-либо вывод или формулировку.

2. Характер лекции. Подлинный педагог не «отбывает номер», а идет на лекцию, как на праздник. Каждая лекция должна читаться непринужденно, «на подъеме». Если вам во время лекции скучно, то слушателям в десять раз скучнее. Монотонное, бесстрастное, «занудное» чтение лекций совершенно недопустимо.

Лекции должны быть эмоционально окрашенными. Нужно увлекать слушателей своей увлеченностью. Выражать удивление и восхищение полученными результатами. Обращать внимание на их простоту (если не имеет место противное), симметрию, красоту. Предлагать слушателям попытаться представить, что испытывал тот или иной ученый, сделавший открытие.

Известный своим мастерством лектор А.П. Минаков говорил, что педагог должен чувствовать жизнь аудитории и «совершает лекцию» вместе с нею, а не перед нею, переживая каждый раз при изложении давно известного ему материала всю свежесть и новизну его первого восприятия».

«Обучение должно быть построено таким образом, чтобы в его процессе учащийся, получая знания, удивлялся и восхищался мудростью тех, кто принес людям эти знания. Удивлялся и восхищался гармонией (а там, где ее нет, удивлялся дисгармонии) вещей, с которыми его знакомят, чтобы он по существу оценивал смысл и значение приобретаемых знаний» (Л.Д. Кудрявцев).

Очень опытный, творчески работающий лектор может позволить себе во время лекции импровизацию. Однако это допустимо лишь на основе безукоризненного владения излагаемым материалом.

Читая лекцию, нужно стремиться будить мысль, рассуждать вслух, вовлекая в этот процесс студентов. Когда бывает, возможно, предлагать студентам сообразить, каким может быть искомый результат.

Для оживления изложения и разрядки полезна шутка. Однако не следует, злоупотребляя шутками, превращать лекцию в балаган.

Огромное значение имеет культура речи. Совершенно недопустимы слова – паразиты, слова – сорняки: вот, значит, так сказать и т. п. Неприемлема сбивчивая, несвязная речь.

3. Техника чтения. В начале лекции нужно дать краткое введение, аннотацию, обзор для ориентировки. Рассказать о чем будет речь, что и как будет выяснено или получено. Иначе студенты «за деревьями не увидят леса». Закончив изложение, какого-либо вопроса, дать резюме, обозреть сделанное.

В ходе лекции нужно указывать, что и в каком виде студенту нужно будет помнить наизусть, и в особенности, что не надо стремиться запомнить. Нужно предостерегать студентов от «зубрежки», в частности демонстративно списывать (или делать вид, что списываете) с бумажки на доску те формулы или числовые значения, которые не следует запоминать.

Читая лекцию, нужно все время заботиться, чтобы вас понимали.

Говорить громко, внятно, разборчиво, писать крупно, аккуратно и четко. Следить за темпом чтения. Темп должен быть достаточно умеренным для того, чтобы студенты успевали следить за ходом рассуждений и записывать основное, и вместе, с тем достаточно живым, чтобы не воцарилась скука.

Не надо бегать перед доской, мельтешить перед студентами – это мешает слушателям сосредоточиться. Вместе с тем не следует уподобляться истукану.

4. Соотношение лекций с учебником. В лекции и учебнике рассматриваются одни и те же вопросы, но в разных ракурсах и различными выразительными средствами. В отличие от учебника в лекции используются жесты, мимика, большая свобода и выразительность речи,

демонстрации. В известном смысле можно сказать, что лекция и учебник не дублируют, а дополняют друг друга.

## Методические рекомендации к проведению практических занятий

### Взаимоотношения преподавателя со студентами

Очень важно добиться того, чтобы с самого начала сложились правильные взаимоотношения со студентами. Со стороны преподавателя характер взаимоотношений определяется словами: доброжелательная требовательность. Со стороны студентов желательно, чтобы они относились к нам с доверием и искренне, не пытались нас обманывать. Для этого нужно исключить из обихода все то, что может толкнуть студента на обман.

Надо полагать, что в основной массе молодежь, которая приходит к нам, состоит из потенциально хороших людей, которые хотят учиться и совсем не собираются халтурить и нас обманывать. Но мы подчас создаем такие условия их существования, что они бывают, вынуждены ловчить, обманывать, списывать и т.п. Одна из основных причин этого состоит в том, что студент бывает, перегружен множеством домашних заданий. Мы не должны толкать студента на путь обмана, предъявляя ему «брюзжательные» претензии: «Почему вы ленитесь, почему не выполнили такое-то задание и т.д.».

Надо ясно понимать, что далеко не каждый студент в состоянии решить все шесть задач, которые мы ему даем на неделю. Поэтому, не надо порицать студента за то, что он не выполнил все задания. Спокойно фиксируйте номера невыполненных задач и не проработку теории и никак не проявляйте свое неудовольствие. Больше того, если видно, что студент старается, а у него не получается, он решил, скажем, 2-3 задачи из шести, похвалите, подбодрите его.

Если есть основания считать, что студент работает недостаточно, скажите ему: «Надо стараться решать больше задач, иначе вы не войдете в нормальную колею»

### Как побудить студентов работать систематически

Основная и очень трудная задача – добиться того, чтобы студент регулярно и интенсивно работал над теорией и задачами. Студенты должны быть приучены к этому с первого дня, чтобы это казалось им естественным, само собой разумеющимся. Для решения этой задачи имеется целая система приемов.

Процедура опроса. Один из приемов – это процедура опроса. Это не просто опрос, это – церемониал, в котором участвует вся группа. В этом соль, в этом психологическая подоснова опроса.

То, что вы узнаете, кто что сделал или не сделал, в каком состоянии находится группа, – это не главное, это – побочный результат церемонии опроса. Главное в том, что студент оказывается поставленным в такие психологические обстоятельства, что ему приходится работать. Посудите сами, – очень ли приятно встать и перед своими товарищами признаться в том, что ты лодырь, что ты чего-то не сделал. Люди, как правило, честолобивы, и совсем не просто признаться в том, что ты плохой. Глубокий смысл опроса заключен в том, что студент встал и, глядя в глаза преподавателю, перед лицом своих товарищей, которые его с вниманием слушают, сообщает о положении дел.

Бывало очень огорчительно узнавать, как некоторые преподаватели преломляли рекомендации по процедуре опроса. Один из преподавателей, придя в аудиторию, писал на

доске, а потом, пока студенты выполняли задание, подсаживался к каждому и шептался с ним, отмечая что-то в книжечке.

Другой случай. Чтобы «использовать эффективнее время», пишутся на доске вопросы для обдумывания, а затем производится вслух опрос. При этом оказывается выхолощенным главное, а именно то, что студент – член коллектива, что он отчитывается не только перед преподавателем, но и перед своими товарищами.

Мы настаиваем на том, что должен быть церемониал опроса, в котором участвуют все студенты, все с интересом слушают, кто что скажет. И никаких при этом задач, никаких вопросов для обдумывания не должно быть.

На последующих занятиях обязательно поинтересуйтесь, как обстоит дело с долгами. Если студент говорит, что долг ликвидирован, зачеркивается соответствующая пометка в тетради. Если студент заявляет, что долг пока остается, на следующем семинаре снова спросите, как обстоит дело с долгами, и так поступайте до тех пор, пока долг не будет ликвидирован.

Вызов к доске по жребию. Отличным средством стимулирования регулярной самостоятельной работы студента является вызов студентов к доске по жребию. Вызывая к доске для решения одной громоздкой задачи нескольких студентов (каждый из них выполняет один какой-то этап решения), преподавателю удастся на каждом занятии опросить у доски 10 – 12 студентов. Следовательно, независимо от того, был ли студент у доски на одном, двух, трех и т. д. предыдущих занятиях, у него всегда существует равная 0,4 – 0,5 вероятность того, что ему придется отвечать у доски. При такой системе нет места рассуждениям: «Меня прошлый раз (или два раза подряд) вызывали, поэтому вряд ли вызовут на этот раз; значит, можно расслабиться и схалтурить».

Итак, у всех студентов должен иметься абсолютно равный шанс на каждом занятии быть вызванным к доске. И единственный способ этого добиться – жеребьевка.

Составляя план занятия, намечайте, какие задачи буду разбирать\* (\* эта часть плана уточняется на занятии с учетом результатов опроса – задачи, с которыми не справилась заметная часть студентов, обязательно разбираются на доске) и какие вопросы по теории задавать. Все это в плане идет по номерам: 1,2,3 и т.д. (задачи могут быть вначале, вопросы – потом, возможно также, что задачи перемежаются с вопросами). И когда студенту выпал жребий идти к доске, не подгоните сложность задачи или вопроса под «силу» студента (это было бы неправильно) – очередной студент получает очередной вопрос из списка. Может случиться, что сильному студенту достанется простой вопрос (или задача), а слабый студент получит более сложный вопрос.

Вызов студента к доске по жребию и постановка перед ним очередного вопроса из списка является наиболее радикальным способом исключить какую-либо (даже неосознанную) предвзятость в отношении к студентам. Вы, конечно, не можете не оценивать студентов: этот слабый, этот сильный, этот старается, этот с ленцой и т.д. Но все это вы держите в уме. А для студентов у вас не должно быть слабых и сильных. Все абсолютно равны. У всех равный шанс выйти к доске, у всех равный шанс получить сложный вопрос.

Необходимо создать на занятиях такую обстановку, чтобы слабый студент не чувствовал себя слабым, а был для себя и других студентов группы «равным среди равных». Это очень важно психологически. Нужно, чтобы каждый студент сознавал себя полноценным человеком,

чтобы не относились к нему, как к дураку. Дескать, слабенький студент, так я ему слабенький вопрос подброшу. Но ведь это же обидно для человека.

Весьма действенным способом «подтянуть» слабого студента до среднего уровня является предъявление к нему на занятиях таких же требований, как и к остальным студентам – не отстранять его от разбора на доске трудных задач, от ответов на более сложные вопросы на сообразительность. При этом условии студент почувствует, что в него верят, и сам поверит в свои возможности.

Некоторые преподаватели не согласны с этим. Они убеждены в том, что слабого студента нельзя вызывать к доске для решения сложных задач (это должно поручаться «элите» – лучшим студентам группы). Такой метод глубоко порочен. Так, слабый студент всегда будет сознавать себя слабым и будет все больше погрязать в своей «слабости», не имея шансов «выбиться в люди». А нужно, чтобы он уверовал в себя, чтобы он почувствовал, что он такой, как все, к нему такое же отношение, как ко всем, никто не считает его слабым. Это действует на студента поощрительно, приохочивает его к работе.

Любой, даже самый маленький успех слабого студента должен поощряться похвалой перед всей группой (в этом отношении равенства не должно быть – чем сильнее студент, тем большие требования должны предъявляться к нему для похвалы). Если же студент не справится с задачей или вопросом у доски, это послужит для него сигналом, что нужно больше работать. Надо иметь в виду, что только отпетому бездельнику может быть безразлично, что он опозорился у доски на виду у всей группы.

Преподавателям не раз приходилось наблюдать, как потенциально слабые студенты из кожи вон лезли для того, чтобы получить похвалу преподавателя. Не скупитесь на похвалы. Если слабый студент добьется хотя бы крошечного успеха, обязательно похвалите его. Это студентам нравится, они расцветают, и к следующему разу стараются подготовиться как можно лучше. Люди очень отзывчивы на доброе слово.

Иногда принцип «очередному студенту – очередной вопрос» приходится нарушать. Это бывает, если:

а) студент, на которого выпал жребий идти к доске, не справился дома с задачей, стоящей в очередном пункте плана. В этом случае студент рассказывает решение первой из предусмотренных планом последующих задач, которую он, по его заявлению, решил дома. Если же таких задач нет, студенту предлагается очередной теоретический вопрос из списка. Задачи из пропущенных таким образом пунктов плана решают последующие студенты, на которых выпадает жребий;

б) в очередном пункте плана значиться теоретический вопрос, а студент при опросе заявил о неготовности по теории. Такому студенту предлагается теоретический вопрос на предыдущий материал. Полезно и для него, и для остальных, ибо «повторение – мать учения».

Таким образом, если выпал жребий, выход к доске обязательно состоится. Никому не удастся увильнуть, отсидеться. Все выходят к доске и показывают, что они могут, что знают, что умеют.

Практически жеребьевка осуществляется следующим образом. В мешочке имеются бочонки от лото (или любые фишки) с номерами по числу студентов в группе. Первый бочонок вынимает из мешочка кто-либо из студентов. К доске выходит тот, кто стоит в списке под вытянутым номером. В дальнейшем, прежде чем сесть на место после ответа у доски, студент вынимает следующий бочонок и т.д. Таким образом, одни студенты «вызывают» к доске других. Это привносит элемент игры и часто оживляет занятия.

Вовлечение студентов в активную работу на семинаре

Вызванный к доске рассказывает о решении задачи при участии, при активном внимании всех остальных студентов. Все время надо поддерживать их в таком состоянии. С этой целью время от времени можно сказать: «Стоп! Отойдите в сторону!» и затем, обращаясь к аудитории: «Ну, как? Правильно он это сделал?» или «Ваше отношение к написанному (или сказанному)?» Затем, идя по проходу между столами и указывая по очереди на студентов, спрашивать: «Вы..., вы?». Они отвечают: «Согласен», «Не согласен» или «Не знаю». В последнем случае надо говорить: «Думайте, думайте, составляйте своё мнение!». И все думают.

Затем можно обратиться к кому-либо из «несогласных» и спросить: «Почему вы не согласны?». Следует ответ: «Потому-то и потому-то... Там-то ошибка...» и т.д. Так можно проходить по рядам, опрашивая студентов несколько раз за семинар. Это делается быстро и мобилизующе действует на аудиторию. Все время студенты вовлекаются в совместную работу.

Таким образом, студент всегда должен быть готов к тому, что спросят его мнение о том, что утверждает или пишет студент, вызванный к доске. Надо добиваться того, чтобы каждый студент в течение всего семинара активно думал, не отсутствовал мысленно, следил за тем, что делает или говорит отвечающий у доски.

Если отвечающему у доски задан теоретический вопрос, остальные не должны сидеть, сложа руки. Они должны немедленно начать думать, как ответить на заданный вопрос, писать ответ у себя в тетради. К этому их надо приучать с первого дня. Не должно быть праздного созерцания во время занятий. Студенты все время должны активно думать, работать головой.

Студент, сумевший ответить на вопрос, поднимает руку, подзывая меня. Если ответ правильный, громко, чтобы слышали все, скажите: «Такой - то первым (вторым и т.д.) правильно ответил на вопрос». Можно, если считаете полезным, похвалить студента: «Молодец!». Таким способом поощряется для пользы дела дух здорового соревнования.

#### Порядок проведения семинара

1. Опрос студентов о решении задач, готовности по теории и присутствии на предшествующей лекции. В ходе опроса нужно выяснить, как обстоит дело с долгами.

2. Консультация. Преподаватель интересуется: «У кого есть вопросы по теории и задачам?» Вопросы должны быть конкретными и относящимися к материалу данной недели. Не допускать, чтобы посредством вопросов студенты «тянули время».

3. Вызов к доске по жребию, разбор задач и вопросов на сообразительность при участии и активном внимании всех студентов (см. раздел 3). При объяснении на доске решения задач студентам разрешается пользоваться их домашней тетрадью. Для экономии времени условие задачи зачитывает сам преподаватель.

Кроме вызова к доске по жребию (который должен быть преобладающим), следует время от времени вызывать к доске тех студентов, которые по воле случая давно не были у доски. Если представится к тому повод, можно приглашать на разбор какой-либо задачи желающих.

После того как показано на доске решение задачи, нужно поинтересоваться: «А кто сделал иначе?». Все предлагаемые варианты решения должны быть разобраны, сопоставлены и оценены. Рассказ о другом варианте решения засчитывается студенту как вызов к доске, и если впоследствии на этого студента падает жребий, он освобождается от выхода к доске на данном занятии.

Задачи разбираются на доске не всегда до конца. Иногда после того, как намечен принцип решения, я говорю: «Теперь всё ясно, не будем терять времени на простую арифметику или алгебру и т.п. Доведите задачу до конца самостоятельно».

4. Полезно практиковать время от времени мини контрольные: минут за 15 до окончания семинара студентам предлагается решить несложную задачу (студентам, сидящим рядом, нужно давать неодинаковые задачи).

5. В конце занятия (или после опроса) студенты записывают номера задач, которые они должны решить к следующему разу. Задание по теории не дается, – раз навсегда устанавливается, что студенты обязаны подготовить к очередному занятию теоретический материал, предусмотренный календарным планом на данную неделю.

Автор(ы):

Хангулян Елена Владимировна

Самарченко Дмитрий Александрович, к.ф.-м.н.,  
доцент

Рецензент(ы):

Калашников Н.П. профессор, д.ф.-м.н.