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 ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ "НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ КЛИНИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ДИАГНОСТИКИ И ТЕЛЕМЕДИЦИНСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЕПАРТАМЕНТА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ ГОРОДА МОСКВЫ"

Лицензия № 4

от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОБЩАЯ ФИЗИКА (ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ)

Направление подготовки (специальность)
[1] 12.03.04 Биотехнические системы и технологии
[2] 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Семестр	**Трудоемкость, кред.**	**Общий объем курса, час.**	**Лекции, час.**	**Практич. занятия, час.**	**Лаборат. работы, час.**	**В форме практической подготовки, час.**	**СРС, час.**	**КСР, час.**	**Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП**
3	6	216	32	64	32		34	0	Э
Итого	6	216	32	64	32	32	34	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. Преподавание курса реализуется через три вида занятий: лекции, практические занятия и физический практикум.

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

При освоении дисциплины студенты приобретают основные сведения по электромагнетизму необходимые для дальнейшего успешного изучения курсов электротехники, общей и теоретической физики. Для успешного освоения дисциплины студентам необходимо знать основные законы механики и молекулярной физики и статистической термодинамики.

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] – Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	З-УК-1 [1, 2] – Знать: методики сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа У-УК-1 [1, 2] – Уметь: применять методики поиска, сбора и обработки информации; осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников В-УК-1 [1, 2] – Владеть: методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач

УКЕ-1 [1, 2] – Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 [1, 2] – знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 [1, 2] – уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 [1, 2] – 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)**
Интеллектуальное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры умственного труда (В11)
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)

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	**Наименование раздела учебной дисциплины**	**Недели**	**Лекции/ Практ. (семинары)/ Лабораторные работы, час.**	**Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)**	**Максимальный балл за раздел****	**Аттестация раздела (форма*, неделя)**	**Индикаторы освоения компетенции**
	3 Семестр						
1	Электричество	1-8	16/32/0	ДЗ-8 (1),к.р-8 (5)	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 (5)	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
	Итого за 3 Семестр		32/64/32		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э	У-УК-1, В-УК-1, З-УКЕ-1, У-УКЕ-1, В-УКЕ-1, З-УК-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.**
	3 Семестр	32	64	32
1-8	**Электричество**	16	32	0
1	**Элементарный заряд. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона** 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	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0

	внешнем электрическом поле. Сила, действующая на диполь в неоднородном поле.			
2	**Элементы векторного анализа (1-я часть)** Поле системы зарядов на больших расстояниях. Дипольный электрический момент системы зарядов. Поток вектора. Дивергенция. Теорема Остроградского-Гаусса. Оператор набла. Теорема Гаусса для вектора Е. Дивергенция Е.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	**Объемная, поверхностная и линейная плотность зарядов** Поле одной и двух заряженных плоскостей. Поле заряженных цилиндрических и сферических поверхностей. Поле заряженного шара.Полярные и неполярные молекулы. Поляризованность диэлектрика. Диэлектрическая восприимчивость. Связанные и сторонние заряды. Микро- и макроскопические поля. Связь между поляризованностью диэлектрика и поверхностной и объемной плотностью связанных зарядов.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	**Вектор электрического смещения (электрическая индукция). Проводник во внешнем электрическом поле** 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. Электроемкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	**Энергия заряженного проводника. Закон Ома** 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	**Элементы векторного анализа (2-я часть). Магнитное поле** 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	**Сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле (магнитная сила)**	Всего аудиторных часов		
		2	4	0

	Сила Лоренца. Закон Ампера.Электрическое поле, измеренное в разных системах отсчета. Преобразование электромагнитного поля.	Онлайн		
		0	0	0
8	**Замкнутый контур с током в магнитном поле** 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 В. Дивергенция В. Циркуляция и ротор магнитного поля. Поле соленоида и тороида.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Магнетизм**	16	32	0
9	**Намагниченность магнетика. Связь между намагниченностью и плотностью молекулярных** Напряженность магнитного поля. Циркуляция вектора Н. Магнитная восприимчивость и магнитная проницаемость. Условия на границе двух магнетиков.Природа диамагнетизма и парамагнетизма (качественно). Ферромагнетизм. Гистерезис. Остаточная намагниченность и коэрцитивная сила. Природа ферромагнетизма. Домены. Точка Кюри. Антиферромагнетики.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	**Опыт Фарадея. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Электродвижущая сила индукции.** Потокосцепление (полный магнитный поток). Баллистический метод измерения магнитной индукции. Токи Фуко. Явление самоиндукции. Индуктивность. ЭДС самоиндукции. Индуктивность соленоида.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	**Энергия магнитного поля тока.** Плотность магнитной энергии. Работа перемагничивания ферромагнетика.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Вихревое электрическое поле. Электромагнитное поле** Ток смещения. Полный ток. Уравнение Максвелла в дифференциальной форме. Уравнение Максвелла в интегральной форме.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	**Квазистационарные токи. Свободные колебания в контуре без активного сопротивления** Свободные затухающие колебания. Логарифмический декремент затухания. Добротность контура. Вынужденные электрические колебания. Резонансные кривые для напряжения и силы тока.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	**Движение заряженной частицы в однородном поле** Определение удельного заряда электрона. Опыт Томсона. Опыт Буша. Определение заряда электрона в опыте Милликена. Определение удельного заряда иона. Метод парабол Томсона. Масс-спектрограф Астона. Масс-спектрограф Бейнбриджа. Ускорители заряженных частиц. Генератор Ван-де-Граафа. Бетатрон. Циклотрон. Протонный синхротрон.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	**Плазма как состояние вещества** Квазинейтральность плазмы. Движение частиц в	Всего аудиторных часов		
		2	4	0

	плазме. Дебаевский радиус экранирования. Плазма в магнитном поле. Магнитное удержание плазмы.	Онлайн		
		0	0	0
16	**Природа носителей тока в металлах** Опыт Рикке. Опыты, подтверждающие наличие свободных электронов в металлах: опыт Мандельштама и Папалекси, опыт Толмена и Стюарта. Теория проводимости Друда.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
1-16	**Электричество и магнетизм. Физпрактикум**	0	0	32
1 - 16	**Лабораторный практикум** Выполнение лабораторных работ по индивидуальному графику. Электроизмерительные приборы. Электромагнитные колебания и переменный ток. Электрические и магнитные свойства вещества. Движение частиц в электромагнитном поле.	Всего аудиторных часов		
		0	0	32
		Онлайн		
		0	0	0

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**
	3 Семестр
1 - 16	**Лабораторные работы** Лабораторный практикум «Электроизмерительные приборы. Электромагнитные колебания и переменный ток». Работа 1. Исследование периодических и импульсных процессов с помощью осциллографа. Работа 2. Измерение сопротивлений. Работа 11. Исследование колебаний в простом колебательном контуре. Работа 12. Изучение резонанса напряжений и определение емкости и индуктивности методом резонанса. Работа 13. Релаксационный генератор. Работа 14. Вихревое электрическое поле. Работа 15. Изучение скин - эффекта. Работа 16. Изучение полупроводникового выпрямителя. Лабораторный практикум «Электрические и магнитные свойства вещества. Движение частиц в электромагнитном поле». Работа 3. Изучение термоэлектрических явлений.

	Работа 4. Изучение сегнетоэлектричества. Работа 5. Температурная зависимость электропроводности полупроводников. Работа 6. Изучение термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода Работа 7. Измерение удельного заряда электрона. Работа 8. Исследование ферромагнетиков в переменном магнитном поле. Работа 9. Исследование явления Холла в полупроводниках. Работа 10. Эффект Холла в металлах. Работа 19. Вихревое электрическое поле и скин – эффект. Работа 20. Изучение цепи переменного тока и определение ее параметров. Лабораторный практикум «Электромагнетизм» (для выполнения на модульных установках). 1. Релаксационный генератор. 2. Изучение осциллографа. Исследование гармонических и прямоугольных колебаний. 3. Электрические цепи постоянного тока. 4. Эффект Холла. 5. Вольт-амперные характеристики приборов. 6. Методы измерения магнитного поля. Магнитное поле постоянного магнита. 7. Измерение диэлектрической проницаемости твердых тел. 8. Свободные затухающие колебания 9. . Магнитное поле токовых систем. 10. Переходные процессы в RC-, RL- цепях. 11. Изучение термоэлектронной эмиссии и определение работы выхода. 12. Электрическая цепь переменного тока. 13. Изучение ферромагнетизма. 14. . Вынужденные колебания. 15. . Определение удельного заряда электрона. 16. . Вихревое электрическое поле. 17. Скин-эффект. 18. Анализ спектра колебаний.

ТЕМЫ СЕМИНАРОВ

Недели	**Темы занятий / Содержание**
	3 Семестр
1	**Вводное занятие** Основы обработки результатов измерений. Закон Кулона
2 - 3	**Вычисления электростатических полей** Поле системы зарядов. Поток и дивергенция векторного поля. Теорема Гаусса для вектора E
4	**Вычисления электростатических полей** Расчеты электростатических полей
5	**Электрический дипольный момент** Электрический дипольный момент. Поле диполя. Электрический диполь в электрическом поле.
6	**Поле в диэлектриках** Векторы P и D. Теорема Гаусса для векторов P и D.Условия на границе раздела двух

	диэлектриков
7	**Поле в проводниках** Поле в проводниках. Электроемкость. Энергия электростатического поля.
8	**Электрический ток** 1-я контрольная работа 1. электростатическое поле в вакууме, 2. электростатическое поле в диэлектрике, 3. энергия электростатического поля. Закон Ома. Разветвленные электрические цепи.
9 - 10	**Магнитостатические поле в вакууме** Циркуляция и ротор векторного поля. Магнитная индукция. Теорема о циркуляции вектора B
10 - 11	**Закон Био - Савара** Закон Био-Савара. Магнитное поле контура с током.
12 - 13	**Закон Ампера** Замкнутый контур с током в магнитном поле.
14	**Поле в магнетиках** Поле в магнетиках. Векторы J и H. Условия на границе раздела двух магнетиков
15	**2-я контрольная работа** 1. постоянный электрический ток, 2. стационарное магнитное поле, 3. уравнения Максвелла, электромагнитные волны
15 - 16	**Явление электромагнитной индукции** Электромагнитная индукция. Самоиндукция. Индуктивность
16	**Уравнения Максвелла.** Ток смещения. Полный ток. Уравнение Максвелла в дифференциальной форме. Уравнение Максвелла в интегральной форме.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекции читаются в специализированной мультимедийной физической аудитории. В ситуации, если из-за ухудшения эпидемиологической обстановки, лекции переводятся в дистанционный формат, они проводятся с использованием специализированного программного обеспечения и созданных на кафедре электронных конспектов лекций и электронных презентаций. 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).

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, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-УК-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
УКЕ-1	З-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	У-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, к.р-15
	В-УКЕ-1	Э, КИ-8, КИ-16, ДЗ-8, к.р-8, ДЗ-16, 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-х балльной шкале**	**Отметка о зачете**	**Оценка ECTS**
90-100	5 – *«отлично»*	*«зачтено»*	A
85-89	4 – «*хорошо*»		B
75-84			C
70-74			D
65-69	3 – «*удовлетворительно*»		
60-64			E
ниже 60	2 – «*неудовлетворительно*»	*«не зачтено»*	F

Оценка «отлично» соответствует глубокому и прочному освоению материала программы обучающимся, который последовательно, четко и логически стройно излагает свои ответы, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответах материалы монографической литературы.

Оценка «хорошо» соответствует твердым знаниям материала обучающимся, который грамотно и, по существу, излагает свои ответы, не допуская существенных неточностей.

Оценка «удовлетворительно» соответствует базовому уровню освоения материала обучающимся, при котором освоен основной материал, но не усвоены его детали, в ответах

присутствуют неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности.

Отметка «зачтено» соответствует, как минимум, базовому уровню освоения материала программы, при котором обучающийся владеет необходимыми знаниями, умениями и навыками, умеет применять теоретические положения для решения типовых практических задач.

Оценку «неудовлетворительно» / отметку «не зачтено» получает обучающийся, который не знает значительной части материала программы, допускает в ответах существенные ошибки, не выполнил все обязательные задания, предусмотренные программой. Как правило, такие обучающиеся не могут продолжить обучение без дополнительных занятий.

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 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. Прорабатывая материал, полезно пользоваться разными учебниками.

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют строго за темами лекций. 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 значении 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. 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.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если учащийся решает задачи самостоятельно. Решить задачу без помощи, без подсказки часто бывает нелегко 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 удается 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. Из сказанного вытекает, что решение задач ни в коем случае не следует откладывать на последний вечер перед за¯нятиями, как, к сожалению, нередко поступают студенты. В этом случае более сложные и притом наиболее содержательные и полезные задачи заведомо не могут быть решены.

Методические рекомендации для подготовки к лабораторным работам.

Освоение студентом лабораторного практикума – необходимая составная часть работы студента при освоении курса общей физики.

Каждый студент за один семестр должен выполнить число лабораторных работ, определяемых индивидуальным графиком.

Каждый студент перед началом семестра получает полный комплект литературы - набор книг с названием «Лабораторный практикум». Этот набор книг необходим для самостоятельной (домашней) подготовки студента к каждой лабораторной работе. Тема очередной лабораторной работы студента может опережать лекционный курс. По этой причине описание каждой лабораторной работы содержит достаточно проработанное теоретическое введение, основные расчетные формулы и формулы расчета погрешности, подробное описание лабораторной установки, сценарий проведения лабораторной работы, виды таблиц, для внесения в них

результатов измерений, контрольные вопросы, дающие студенту осуществить самоконтроль уровня своей подготовки к работе.

Физическая лаборатория – помещение повышенной опасности. Поэтому, все студенты в начале каждого семестра перед началом работы в лаборатории проходят инструктаж по технике безопасности. Каждый студент в специальном журнале ставит свою подпись о том что он прослушал инструктаж по технике безопасности работы в лаборатории и обязуется выполнять все пункты инструктажа.

1. Студенты не допускаются в лабораторию:

а/ после звонка,

б/ в верхней одежде.

2. Студент допускается к выполнению работы только после проверки преподавателем готовности студента.

Готовность студента к выполнению лабораторной работы состоит в следующем:

а) полностью подготовлена к сдаче предыдущая работа,

б) подготовлена текущая работа, подготовка включает: название работы, схему установки, рабочие формулы и формулы для расчета погрешностей; перечень приборов и принадлежностей (технические характеристики заполняются в лаборатории); перечень заданий и таблицы для прямых измерений;

в) знание эксперимента и теории данной работы в рамках описания работы в практикуме и учебника по курсу общей физики.

3. Студент не допускается к выполнению работы, если:

а) отсутствует лабораторный журнал или указанные в пункте 2-б записи в нем,

б) студент не знает теории работы в рамках теоретического введения в практикуме и не представляет отчетливо, что и каким методом он будет измерять;

в) имеется более одной несданной работы;

г) не подготовлена к сдаче предыдущая работа.

4. Студенты, недопущенные к выполнению по п.п.1-а, 3, выполняют работу в зачетную неделю.

5. Студентам, пропустившим занятия по уважительным причинам (имеется допуск из деканата), предоставить в течение семестра возможность выполнения работы. Для этого преподаватель должен в лабораторном журнале студента сделать запись с просьбой допустить студента в удобное для студента время к выполнению работы.

6. В течение одного занятия допускается выполнение не более одной лабораторной работы.

7. Не допускается совместная работа 2-х и большего числа студентов за одной установкой, если это не предусмотрено методическими указаниями к выполнению данной работы.

Правила ведения лабораторного журнала студента.

1. В качестве журнала используется тетрадь большего размера.

2. На титульном листе журнала должны быть указаны фамилия и инициалы студента, номер группы.

3. Оформление каждой работы начинается с новой страницы. Схемы и графики выполняются карандашом, все записи делаются ручкой, для графиков используется только миллиметровая бумага, графики вклеиваются в виде страницы в лабораторный журнал.

4. При оформлении работы рекомендуется выделять страницы для расчета. На расчетных страницах должны обязательно присутствовать рабочие формулы с подстановкой результатов прямых измерений и физических констант в одной системе единиц. На этих же страницах производится расчет погрешностей.

5. Оформление работы завершается написанием заключения. В заключении должны содержаться ответы на следующие вопросы:

а) что и каким методом измерялось,

б) результаты с абсолютной и относительной погрешностями, доверительной вероятностью;

в) анализ результатов и погрешностей.

Прием зачета по лабораторной работе заключается в проверке:

а) результатов работы,

б) достоверности расчетов и их соответствия прямым измерениям

в) правильности построения графиков,

г) оформления работы и заключения.

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. Далее следует ознакомиться с тем, как излагается соответствующий вопрос в нескольких заслуживающих доверия учебных пособиях, после чего наступает самый важный этап подготовки – обдумывание материала. Накануне дня, когда будет читаться лекция, нужно внимательно прочесть весь относящийся к теме лекции материал, содержащийся в учебнике. На лекцию нужно идти, безукоризненно владея материалом.

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

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 проведения практических занятий

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 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»

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.

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. 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.

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 удается 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.

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.

Иногда принцип «очередному студенту – очередной вопрос» приходиться 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».

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 вытащенным 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.

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.

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 представиться 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.

Методические рекомендации к проведения лабораторных занятий

Целью занятий является закрепление и углубление теоретических знаний студентов, полученных при изучении теоретического курса; при этом будут решены следующие задачи:

- привить студентам начальные навыки по организации и проведению экспериментальных исследований;

- ознакомить студентов с устройством и принципом действия основных физических приборов;

- закрепить знания в области анализа и обработки полученных экспериментальных результатов.

Чтобы быть аттестованным по физическому практикуму студент должен выполнить все лабораторные работы, предусмотренные учебным планом текущего семестра.

На первом занятии преподаватель знакомит студентов с задачами практикума и его содержанием; с порядком подготовки, выполнения и защиты лабораторных работ; с графиком выполнения работ; с правилами техники безопасности при работе в лаборатории; с требованиями, предъявляемыми к студентам при выполнении физического практикума. На всех последующих занятиях преподаватель проводит в начале занятия допуск студентов к выполнению лабораторных работ, при допуске преподаватель проверяет наличие в студенческом лабораторном журнале оформления текущей лабораторной работы, подготовленность к защите предыдущей работы,а также насколько студент понимает суть выполняемой работы и исследуемые закономерности. После проведения измерений студентами преподаватель визирует в студенческом лабораторном журнале корректность результатов прямых измерений. Защита заключается в проверке результатов работы, достоверности расчетов, правильности построения графиков, оформления работы и заключения. Также предполагаются правильные и полные ответы студента на контрольные вопросы по данной работе. Выполненная работы оценивается от 60 до 100 баллов, в зависимости от правильности

расчетов получаемых величин и их погрешностей, полноты проведенного анализа и понимания физических процессов..

Не подготовленные студенты и не выполнившие данные требования к выполнению работы не допускаются.

Пропущенная лабораторная работа должна быть выполнена студентом на резервном занятии в конце семестра или на зачетной неделе.

Автор(ы):

Хангулян Елена Владимировна

Матрончик Алексей Юрьевич, к.ф.-м.н.

Рецензент(ы):

Самарченко Д.А., к.ф.-м.н., доцент