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

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ЛАПЛАЗ

Протокол № 01/08-577

от 28.08.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

МАКРОСКОПИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОДИНАМИКА

Направление подготовки (специальность) [1] 03.03.01 Прикладные математика и физика

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
7	3	108	32	32	0		44	0	З
Итого	3	108	32	32	0	0	44	0	

АННОТАЦИЯ

Курс построен на основе классического учебника Л.Д. Ландау и Е.М. Лифшица и включает изложение приложения классической электродинамики и статистической механики к описанию электромагнитных явлений в макроскопических средах. Изложение и объем материала расчитаны на подготовку специалистов, занимающихся исследовательской работой в экспериментальной и теоретической физике.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель данного курса – познакомить студентов с основными положениями и методами классической электродинамики конденсированного состояния (электродинамики сплошных сред) в объеме, необходимом для понимания современных научных результатов относящихся как к собственно к электродинамике, так и, более широко, к физике конденсированного состояния.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Знания, полученные при изучении курса, необходимы практически во всех областях современной физики, связанных с исследованием электрических и термодинамических свойств макроскопических тел.

С другой стороны, курс макроскопической электродинамики является завершающим в цикле курсов теоретической физики, читаемых студентам Института лазерных и плазменных технологий НИЯУ МИФИ, поэтому для его освоения используется практически весь арсенал знаний и навыков по разделам теоретической физики, изучаемым на 4-7 семестрах.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	**Код и наименование индикатора достижения компетенции**

Профессиональные компетенции в соответствии с задачами и объектами (областями знаний) профессиональной деятельности:

Задача профессиональной деятельности (ЗПД)	**Объект или область знания**	**Код и наименование профессиональной компетенции; Основание (профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции**
научно-исследовательский			
выбор методов и подходов к решению	модели, методы и средства	ПК-2 [1] - Способен выбирать и применять	З-ПК-2[1] - Знать современное

поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты	фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства	необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области *Основание:* Профессиональный стандарт: 25.035, 40.011	оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области. ; У-ПК-2[1] - Уметь критически оценивать, выбирать оборудования, инструментов и методов исследований в избранной предметной области ; В-ПК-2[1] - Владеть навыками выбора и применения оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области.
разработка математических моделей, технологий для решения инженерных, технических и информационных задач	модели, методы и средства фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области суперкомпьютерного моделирования инженерно-физических процессов в науке, технике, технологиях, а также в сферах наукоемкого производства	ПК-3 [1] - Способен применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001, 40.011	З-ПК-3[1] - Знать численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач. ; У-ПК-3[1] - Уметь применять численные методы решения дифференциальных и интегральных уравнений для различных физико-технических задач.; В-ПК-3[1] - Владеть навыками решения дифференциальных и интегральных уравнений численными методами для физико-технических задач.

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (В19)

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
	7 Семестр						
1	Первый раздел	1-8	16/16/0		25	КИ-8	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Второй раздел	9-16	16/16/0		25	КИ-16	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	Итого за 7 Семестр		32/32/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	З	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3

* – 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
КИ	Контроль по итогам
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	7 Семестр	32	32	0
1-8	**Первый раздел**	16	16	0
1	**Плотность микротоков в веществе при больших частотах. Усреднение микроскопических уравнений.** Основой феноменологического подхода макроэлектродинамики является усреднение микроскопических уравнений Максвелла. Подробно проводится процедура усреднения всех необходимых выражений, включая также плотности заряда и тока. Особое внимание уделяется так называемым условиям сшивки, граничным условиям при усреднении.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	**Микроскопическое описание поля. Диэлектрическая проницаемость. Частотная и пространственная дисперсии. Уравнения макроскопической электродинамики.** Рассматриваются особенности микроскопического описания электромагнитного поля в веществе. Вводится понятие диэлектрической проницаемости среды. При анализе функционального поведения диэлектрической проницаемости обнаруживается её зависимость от частоты и рассматриваемой точки пространства - явление дисперсии. Усреднённые уравнения Максвелла дополняются материальными уравнениями, что даёт полный набор уравнений макроскопической электродинамики.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	**Ориентационная и деформационная поляризация вещества. Эффективное действующее на молекулу в поле.** Рассматривается поведение диэлектриков во внешнем электрическом поле. Особое внимание уделяется явлению поляризации диэлектрика за счёт смещения электронов (деформационная поляризация) и за счёт разворота диполей (ориентационная поляризация).	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	**Проводимость металлов, полупроводников, диэлектриков. Скин-эффект.** Проводится классификация веществ по типу проводимости. Рассматриваются проводники, пироэлектрики (сегнетоэлектрики), магнетики, ферромагнетики. Для каждого типа веществ проводится подробный анализ возможности существования	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0

	жлектрических и магнитных полей внутри и вне вещества, граничные условия на поверхности, а также эффекты, возникающие на границе соприкосновения веществ различных типов. Рассматривается приповерхностное течение токов - скин-эффект.			
5 - 6	**Сверхпроводимость. Уравнения Гинзбурга-Ландау. Эффект Джозефсона.** Подробно рассматривается явление сверхпроводимости. Проводится анализ условий, допускающих возникновение этого явления, вычисляется соответствующая плотность тока, а также явление выталкивания поля наружу сверхпроводящим образцом - эффект Мейсснера. Отдельно рассматривается эффект Джозефсона, вводится понятие джозефсоновских контактов. Рассматривается феноменологическая теория сверхпроводимости, в рамках которой выводятся уравнения Гинзбурга-Ландау для фазовых переходов второго порядка.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7 - 8	**Электромагнитные волны в изотропном веществе и в кристалле.** Рассматривается процесс распространения электромагнитных волн в веществе на примере изотропного вещества и кристалла. Выводится выражение для дисперсии - изменения частоты электромагнитной волны по мере её распространения в определённом направлении в веществе.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	**Второй раздел**	16	16	0
9	**Отражение и преломление волн.** Рассматривается модель полубесконечного пространства для описания граничных явленийу поверхности вещества. Результатом анализа условий сшивки внутреннего и внешнего решений на границе становится получение коэффициента зеркальности, характеризующего тип взаимодействия электромагнитных волн с поверхностью вещества.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
10 - 11	**Дифракция рентгеновских лучей в кристаллах.** С точки зрения макроэлектродинамики, кристаллы представляются собой трёхмерную, периодически неоднородную структуру. Распространение электромагнитной волны через такое вещество приводит к явлению дифракции. Рассматривается задача о дифракции рентгеновских лучей на кристаллах, получившая широкое практическое применение в изучении структуры кристаллов.	Всего аудиторных часов		
		3	3	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Рассеяние электромагнитных волн.** Рассматривается процесс рассеяния электромагнитных волн в изотропной среде без изменения частоты - рэлеевское рассеяние. Выводится выражение для коэффициента экстинкции вещества.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	**Поляризационные потери энергии быстрой частицы. Образование продольных волн. Излучение Вавилова-Черенкова.** Рассматривается равномерно летящая частица,	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	движущаяся в среде. В предположении о бесконечности пространства задачи решается система уравнений макроэлектродинамики с помощью метода Фурье. Подробно выводится и анализируется выражение для излучения энергии частицей на единицу пройденного ей пути. Действительная часть полученного выражения описывает излучение Вавилова-Черенкова.			
14	**Тормозное излучение заряда в веществе.** Рассматривается равномерно летящая частица, движущаяся в среде. В предположении о бесконечности пространства задачи решается система уравнений макроэлектродинамики с помощью метода Фурье. Подробно выводится и анализируется выражение для излучения энергии частицей на единицу пройденного ей пути. Мнимая часть полученного выражения описывает тормозное излучение.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	**Переходное излучение.** Отдельно рассматривается задача о прохождении заряженной частицы через границу соприкосновения двух различных веществ. За счёт того, что две среды имеют разные показатели преломления, частица будет испытывать скачок потенциала и производить так называемое переходное излучение.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
16	**Понятие о нелинейных явлениях в макроскопической электродинамике.** Везде ранее при рассмотрении электромагнитных явлений в среде предполагалась возможность усреднить микроскопические уравнения Максвелла за счёт слабых возможных неоднородностей и низких частот изменения внешних электромагнитных полей. При выходе за рамки этих условий линеаризованная модель оказывается неприменимой. Рассматрвиаются в общем виде основы нелинейной макроэлектродинамики.	Всего аудиторных часов		
		2	2	0
		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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В курсе макроскопической электродинамики используются традиционные образовательные технологии: лекции, семинарские занятия с разбором задач и примеров.

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)**
ПК-2	З-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-2	З, КИ-8, КИ-16
ПК-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16

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:

<table>
<tr><th>Сумма баллов</th><th>Оценка по 4-х балльной шкале</th><th>Отметка о зачете</th><th>Оценка ECTS</th></tr>
<tr><td>90-100</td><td>5 – «отлично»</td><td rowspan="7">«зачтено»</td><td>A</td></tr>
<tr><td>85-89</td><td rowspan="3">4 – «хорошо»</td><td>B</td></tr>
<tr><td>75-84</td><td>C</td></tr>
<tr><td>70-74</td><td rowspan="2">D</td></tr>
<tr><td>65-69</td><td rowspan="2">3 – «удовлетворительно»</td></tr>
<tr><td>60-64</td><td>E</td></tr>
<tr><td>ниже 60</td><td>2 – «неудовлетворительно»</td><td>«не зачтено»</td><td>F</td></tr>
</table>

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. 537 А47 Сборник задач по классической электродинамике : учебное пособие, Алексеев А.И., Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2008

2. ЭИ Б 28 Сборник задач по электродинамике и специальной теории относительности : учебное пособие, Топтыгин И. Н., Батыгин В. В., Санкт-Петербург: Лань, 2022

3. ЭИ Т 33 Теоретическая физика Т. 8 Электродинамика сплошных сред, , : , 2005

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 Л22 Теоретическая физика Т.8 Электродинамика сплошных сред, , М.: Физматлит, 2001

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 по освоению теоретического материала.

Для успешного изучения курса необходимо придерживаться определенной методики занятий. Основное условие успеха — систематические занятия.

Для успешного освоения теоретической части курса необходимо регулярно посещать лекции и вести конспект. После каждой лекции следует внимательно разбирать лекционный материал, причём при необходимости следует проделывать некоторые дополнительные выкладки, если такие были оставлены лектором для самостоятельной работы. Перед началом каждой лекции имеет смысл просмотреть конспект, чтобы усвоение нового материала проходило лучше, так как в большинстве случаев изложение опирается на материал, прочитанный на предыдущих занятиях.

Для полного освоения курса недостаточно изучать лишь лекционный материал. В ходе освоения курса следует читать книги, предложенные в списке литературы по курсу. Настоятельно рекомендуется также использовать литературу, обозначенную как «дополнительная», а также самостоятельно или с помощью преподавателя искать и другие источники. При работе с литературой почти бесполезно только читать предложенный материал. Следует проделывать все или хотя бы основные выкладки. Важно осознавать, что только самостоятельно проделанные выкладки приводят к пониманию материала. Все, что осталось непонятым, следует спросить у преподавателя на ближайшем занятии. Если даже целый раздел остался неясным, это не показатель ваших способностей; скорее всего вы еще не начали задавать вопросы себе и другим. А изучить теоретическую физику без вопросов: зачем?, почему?, откуда? — невозможно. То же касается и разбора лекционного материала.

Методические рекомендации для подготовки к семинарским занятиям и решению задач.

Программа курса и семестровый календарный план составлены так, что темы семинарских занятий следуют за темами лекций. И программа курса, и семестровый календарный план доступны каждому студенту на сайте учебного управления университета. Под-готовиться 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 пра-вильно ставить и решать задачи, анализировать решение задач. По пройденной на семина-ре 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 усло-вие.

Следует прикинуть, какие основные законы и уравнения и в каких приближениях следует использовать и записать их, после чего попытаться решить.

Задача должна быть сначала решена в максимально общем виде.

Получив решение в общем виде, нужно проверить, правильную ли оно имеет раз-мерность.

Если это возможно, исследовать поведение решения в предельных случаях и изобразить характер изучаемой зависимости графически.

Если возможно, при получении того или иного результата, следует указать границы его применимости.

Решение задач принесет наибольшую пользу только в том случае, если вы решаете 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. Не следует бояться непривычно длинных математических выкладок, т.к. подобные «длинные» задачи приближены к реальным задачам, с которыми вы можете столкнуться в будущем в научной или другой работе.

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.

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.

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.

Методические рекомендации для подготовки к контрольным и проверочным работам.

Контрольные работы проводятся для проверки качества усвоения материала и выполнения домашних заданий студентами. Они основываются строго на пройденном материале и не выходят за рамки излагаемого курса. Своевременное изучение лекционных материалов и выполнение домашних заданий гарантирует успешное выполнение контрольных и проверочных работ. При подготовке следует руководствоваться общепринятыми установками, т.е. повторить изученный материал, запомнить основные идеи, принципы и результаты курса. Не следует пытаться «вызубрить» материал, достаточно понять и запомнить логику вывода тех или иных результатов и решения задач и осознать их физический и математический смысл. При выполнении контрольной или проверочной работы необходимо записывать все основные шаги при решении задачи, не «перескакивая» к какому-то промежуточному или окончательному результату без каких-либо на то физических или математических обоснований.

Никаких особых требований к оформлению работ нет. Работа должна быть записана так, чтобы была понятна логика решения задач. Окончательный ответ необходимо выделить каким-либо способом так, чтобы проверяющему было понятно, что это и есть ответ к задаче.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Проведение практических занятий и выполнение самостоятельных работ

Студенты должны, используя прослушанный на лекциях материал, научиться решать задачи по курсу. Следует использовать различные приемы вовлечения студентов в творческий процесс освоения учебного материала: опрос студентов по содержанию прочитанных лекций, вызов студентов к доске для решения текущих задач, самостоятельное решение задачи со сверкой промежуточных и конечного результатов решения, показ препо-давателем на доске решения типовых задач, самостоятельные работы.

Организация контроля

Контроль знаний осуществляется и путем проведения контрольных или самостоятельных работ с последующей проверкой.

На основании этих результатов выставляется внутрисеместровый зачет.

Проведение зачетов и экзаменов

Для допуска к аттестации необходимо иметь положительные оценки по каждой теме. Во время аттестации студент получает индивидуальный билет и готовит ответы на вопросы по курсу.

Автор(ы):

Рогозкин Дмитрий Борисович, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

Муравьев Сергей Евгеньевич,к.ф.-м.н., доцент