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

ТЕОРИЯ КВАНТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И КВАНТОВЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

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
8	2	72	11	11	0		14	0	Э
Итого	2	72	11	11	0	0	14	0	

АННОТАЦИЯ

В курсе приводятся необходимые сведения из классической теории информации и обсуждаются физические принципы, лежащие в основе квантовой информации. Рассматриваются такие понятия как кубиты и квантовые гейты, перепутанные состояния и ЭПР-пары, квантовые вычисления и квантовый параллелизм, а также принципы построения квантовых схем. Обсуждаются примеры физических систем, позволяющих осуществить простейшие операции с кубитами. В заключение этой части курса излагается протокол квантовой телепортации и его экспериментальная реализация.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс лекций по основам теории квантовой информации и квантовым вычислениям ставит своей целью познакомить студентов 4-го курса, специализирующихся по кафедре теоретической ядерной физики, с новейшим научным направлением, которое сформировалось на стыке квантовой механики и теории информации. Цель курса состоит в том, чтобы дать студенту-теоретику достаточно широкий материал по основам квантовой информации и квантовым вычислениям и развить в нем базовые навыки, необходимые для научно-исследовательской работы .

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Предлагаемый курс предназначен для студентов кафедры «Теоретическая ядерная физика» Института Лазерных и плазменных технологий НИЯУ МИФИ. Курс односеместровый. Предполагается знание основ нерелятивистской квантовой механики и математического аппарата теоретической физики. Некоторые необходимые сведения из других специальных разделов физики, таких как атомная оптика и лазерное охлаждение, квантовая оптика и квантовая электродинамика резонаторов, включены в программу данного курса.

Знание, полученные при изучении курса, будут полезны при изучении специальных дисциплин, относящихся к физике конденсированного состояния, физике наносистем и различных квантовых объектов.

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**	**Код и наименование индикатора достижения профессиональной**

		(профессиональный стандарт-ПС, анализ опыта)	**компетенции**
научно-исследовательский			
выбор методов и подходов к решению поставленной научной проблемы, формулировка математической модели явления, аналитические и численные расчеты	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-2 [1] - Способен выбирать и применять необходимое оборудование, инструменты и методы исследований для решения задач в избранной предметной области *Основание:* Профессиональный стандарт: 25.035, 25.049, 40.011	З-ПК-2[1] - Знать современное 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.
участие в проведении наблюдений и измерений, выполнении эксперимента и обработке данных с использованием современных компьютерных технологий; участие в обобщении полученных данных, формировании выводов, в подготовке научных и аналитических отчетов, публикаций и презентаций результатов научных и аналитических исследований	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-4 [1] - Способен критически оценивать применяемые методики и методы исследования *Основание:* Профессиональный стандарт: 06.001, 25.049, 40.008, 40.011	З-ПК-4[1] - Знать основные методики и методы исследования в сфере своей профессиональной деятельности ; У-ПК-4[1] - Уметь анализировать и критически оценивать применяемые методики и методы исследования.; В-ПК-4[1] - Владеть навыками выбора и критической оценки применяемых методик и методов исследования в сфере своей профессиональной

			деятельности

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**
	8 Семестр						
1	Часть 1	1-8	8/8/0		25	КИ-8	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Часть 2	9-15	3/3/0		25	КИ-15	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	Итого за 8 Семестр		11/11/0		50		
	Контрольные мероприятия за 8 Семестр				50	Э	З-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4

* – 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
Э	Экзамен

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	8 Семестр	11	11	0
1-8	**Часть 1**	8	8	0
1	**Квантовая информатика как наука на стыке квантовой механики и теории информации:** Квантовая информатика как наука на стыке квантовой механики и теории информации: из истории вопроса. Физические принципы, лежащие в основе квантовой информатики.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
2	**Некоторые сведения из классической теории информации.** Некоторые сведения из классической теории информации. Бит как единица информации. Логическая (булева) переменная. Обратимые логические операции и обратимые логические гейты. Количество информации. Информация и энтропия. Информационная энтропия Шеннона. Теорема Шеннона. Машина Тюринга.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	**Чистые и смешанные состояния квантовой системы. Матрица плотности. Матрица плотности как статистический оператор. Информационное содержание квантового состояния. Энтропия фон Неймана.** Чистые и смешанные состояния квантовой системы. Матрица плотности. Матрица плотности как статистический оператор. Информационное содержание квантового состояния. Энтропия фон Неймана.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	**Кубит как элементарная квантовая информационная ячейка.** Кубит как элементарная квантовая информационная ячейка. Логические элементы как базисные состояния кубита. Квантовая информация и принцип суперпозиции.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	**Примеры физических систем, реализующих кубиты: спин , поляризационные состояния фотона, двухуровневая система. Простейшие квантовые логические операции. Унитарные матрицы 2□2 и**	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0

	однокубитовые гейты: Примеры физических систем, реализующих кубиты: спин , поляризационные состояния фотона, двухуровневая система. Простейшие квантовые логические операции. Унитарные матрицы 2□2 и однокубитовые гейты: NOT(НЕ), преобразование Адамара и другие.			
6	**Физическая реализация однокубитовых гейтов: спин в магнитном поле, фазовая пластинка, светоделитель, двухуровневая система в резонансном поле.** Физическая реализация однокубитовых гейтов: спин в магнитном поле, фазовая пластинка, светоделитель, двухуровневая система в резонансном поле.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	**Квантовый n-кубитовый регистр и его информационная емкость.** Квантовый n-кубитовый регистр и его информационная емкость. Проекционный постулат и измерение квантовых состояний. Измерение состояния квантового регистра.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	**Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена и физическая нелокальность.** Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена и физическая нелокальность. Концепция перепутывания квантовых состояний подсистем. ЭПР-пары.	Всего аудиторных часов		
		1	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	**Часть 2**	3	3	0
9	**Неравенства Белла и модификация Клаузера-Хорна-Шимони-Хольта. Корреляционные эксперименты.** Неравенства Белла и модификация Клаузера-Хорна-Шимони-Хольта. Корреляционные эксперименты.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	**Примеры перепутанных состояний.** Примеры перепутанных состояний. Состояния Белла как максимально перепутанные состояния двухкубитовых систем. Состояния Гринбергера- Хорна-Цайлингера. Меры перепутывания.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	**Корреляции ЭПР-Белла. Протокол квантовой плотной кодировки.** Корреляции ЭПР-Белла. Протокол квантовой плотной кодировки.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	**Необходимость двухкубитовых гейтов. Двухкубитовый гейт CNOT (контролируемое НЕ).** Необходимость двухкубитовых гейтов. Двухкубитовый гейт CNOT (контролируемое НЕ). Теорема о неклонируемости квантовых состояний.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	**Примеры трехкубитовых гейтов. Гейт Тоффоли. Мультикубитовые гейты и квантовые схемы. Теорема об универсальном наборе гейтов.** Примеры трехкубитовых гейтов. Гейт Тоффоли. Мультикубитовые гейты и квантовые схемы. Теорема об универсальном наборе гейтов.	Всего аудиторных часов		
		1	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

14	**Классические и квантовые вычисления. Унитарные преобразования гильбертова пространства состояний n-кубитового регистра. Локальные логические операции и квантовое параллельное вычисление – квантовый па** Классические и квантовые вычисления. Унитарные преобразования гильбертова пространства состояний n-кубитового регистра. Локальные логические операции и квантовое параллельное вычисление – квантовый параллелизм.	Всего аудиторных часов		
		0	1	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	**Квантовая телепортация. Протокол квантовой телепортации.** Квантовая телепортация. Протокол квантовой телепортации. Эксперимент по квантовой телепортации поляризационного состояния. Источник ЭПР-пар. Светоделитель и измерение антисимметричного поляризационного состояния Белла.	Всего аудиторных часов		
		0	0	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 используются традиционные образовательные технологии, включая лекции, упражнения и самостоятельную работу студентов.

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	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-2	Э, КИ-8, КИ-15

ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-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. ЭИ А 44 Динамика сложных квантовых систем : учебное пособие, Акулин В. М., Москва: Физматлит, 2009

2. 53 К31 Квантовые сильнокоррелированные системы: современные численные методы : учебное пособие для вузов, Красавин А.В., Кашурников В.А., Москва: МИФИ, 2007

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 53 Н66 Квантовые вычисления и квантовая информация : , Чанг И., Нильсен М., Москва: Мир, 2006

2. 519 Х71 Квантовые системы, каналы, информация : , Холево А.С., Москва: МЦНМО, 2010

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):

Яковлев Валерий Петрович, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

С.В. Попруженко