

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

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/08/24-573.1

от 30.08.2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ВАКУУМНЫЕ СИСТЕМЫ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 Ядерные физика и технологии

Семестр	Трудоемкость, кред.	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	Лаборат. работы, час.	В форме практической подготовки/ В	СРС, час.	КСР, час.	Форма(ы) контроля, экз./зач./КР/КП
6	5	180	60	30	0		36	0	Э
7	3	108	32	0	32		17	0	Э
Итого	8	288	92	30	32	0	53	0	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина содержит изложение теоретических основ вакуумной техники, средств получения и измерения вакуума, динамических вакуумных систем.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются получение и закрепление теоретических и практических знаний по вопросам основ физики разреженного газа, процессов течения газа в вакуумных системах, устройства и работы вакуумного оборудования и вакуумных систем.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Для изучения данной дисциплины необходимы сведения из высшей математики, общей физики, общей химии и физической электроники.

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			
изучение и анализ научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по тематике исследования; математическое моделирование процессов и объектов на базе стандартных пакетов автоматизированного проектирования и	математические модели для теоретического и экспериментального исследований объектов, установок и систем в области физики ядра и частиц.	ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчеты по анализу результатов и подготовке научных публикаций <i>Основание:</i> Профессиональный	З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для

исследований; проведение экспериментов по заданной методике, составление описания проводимых исследований и анализ результатов; подготовка данных для составления обзоров, отчетов и научных публикаций, участие во внедрении результатов исследований и разработок		стандарт: 40.011	научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией
проектный			
сбор и анализ информационных источников и исходных данных для проектирования приборов и установок; расчет и проектирование деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования; оформление законченных проектно-конструкторских работ	ускорители заряженных частиц, электронные системы ядерных и физических установок, системы автоматизированного управления	ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.033	З-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ; У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;; В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием , требованиями безопасности и принципами CDIO

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения (В18)	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами

		индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка (B19)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик «Научно-исследовательская работа», «Проектная практика», «Научный семинар» для: - формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин "История науки и инженерии", "Критическое мышление и основы научной коммуникации", "Введение в специальность", "Научно-исследовательская работа", "Научный семинар" для: - формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед; - формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства (B20)	1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения,

		обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР. 2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для: - формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.
--	--	---

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практик. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>6 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	32/16/0		25	КИ-8	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Раздел 2	9-15	28/14/0		25	КИ-15	3-ПК-3,

							У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 6 Семестр</i>		60/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 6 Семестр				50	Э	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>7 Семестр</i>						
1	Раздел 1	1-8	16/0/16		25	КИ-8	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
2	Раздел 2	9-16	16/0/16		25	КИ-16	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, З-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/32		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	Э	З-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 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.
	<i>6 Семестр</i>	60	30	0
1-8	Раздел 1	32	16	0
1	Тема 1 ФИЗИКА ВАКУУМА. Технический вакуум. Понятия.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0

	Вакуумно-зависимые процессы.	Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Параметры и характеристики технического вакуума. Молекулярно-кинетическая теория. Единицы измерений в вакуумной технике.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3 Вакуумные системы. Процессы откачки. Проводимость элементов вакуумных систем. Организация измерений.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Поведение газов в вакуумных системах. Движение молекул и молекулярные потоки. Описание вакуумных систем и процессов.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5 Основы проектирования и расчета вакуумных систем. Учет газовых нагрузок. Компоненты газовых нагрузок.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6 СРЕДСТВА ОТКАЧКИ. Насосы объемного действия (механические и струйные). Общие принципы функционирования. Конструктивные отличия.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7 Струйные насосы. Диффузионный пароструйный насос. Основы применения.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Насосы поверхностного действия (адсорбционные, хемосорбционные, конденсационные). Общие принципы функционирования. Активация молекул. Конструктивные решения.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Раздел 2	28	14	0
9	Тема 9 Сорбционные насосы. Абсорбционные и криогенные насосы. Основы применения.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 10 Комбинирование средств откачки. Ионно-сорбционные насосы. Основы применения.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	Тема 11 Практика использования средств откачки. Схемы откачки.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	Тема 12 МЕТРОЛОГИЯ ВАКУУМА. Виды вакуумных измерений. Обеспечение единства измерений. Погрешности измерений и градуировка вакуумметров.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	Тема 13 Манометры полных давлений. Жидкостные, деформационные, манометры переноса, ионизационные.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		

		0	0	0
14	Тема 14 Измерение парциальных давлений. Масс-спектрометры. Основные конструкции. Расшифровка масс-спектров.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	Тема 15 Потоки. Течи и течеискание в вакуумной технике. Гелиевые течеискатели.	Всего аудиторных часов		
		4	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
	<i>7 Семестр</i>	32	0	32
1-8	Раздел 1	16	0	16
1	Тема 1 Физико-технологические аспекты высокого вакуума.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
2	Тема 2 Требования к вакуумным системам. Конфигурации систем, функцио-нальное назначение основных элементов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
3	Тема 3 Состояние вакуумной среды. Влияние условий работы элементов ва-куумной системы на состав остаточного газа.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
4	Тема 4 Взаимодействие рабочих поверхностей с вакуумной средой. Источни-ки газовых нагрузок.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
5	Тема 5 Вакуумные конструкционные материалы. Общие и специальные требования. Модели механизма газовой-деления. Испарение.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
6	Тема 6 Закономерности сорбционных явлений. Кинетика сорбционных процессов. Растворимость газов в твёрдых телах.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
7	Тема 7 Вакуумные свойства конструкционных материалов. Давление насыщенного пара, проницаемость, уровень газовойделения.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
8	Тема 8 Процессы очистки и обезгаживания.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Раздел 2	16	0	16
9	Тема 9 Требования к вакууму в электрофизических установках. Газодинамические процессы. Устойчивость вакуума.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2
		Онлайн		
		0	0	0
10	Тема 10 Взаимодействие ускоренных частиц с остаточным газом.	Всего аудиторных часов		
		2	0	2

	Время жизни пучка.	Онлайн	0	0	0
11	Тема 11 Явление стимулированной десорбции. Динамические газовые нагрузки.	Всего аудиторных часов	2	0	2
		Онлайн	0	0	0
12	Тема 12 Обработка сверхвысоковакуумных систем. Тренировка поверхности в рабочих условиях электрофизических установок.	Всего аудиторных часов	2	0	2
		Онлайн	0	0	0
13	Тема 13 Установки высокого напряжения. Состояние поверхностей вакуумных изолирующих промежутков.	Всего аудиторных часов	2	0	2
		Онлайн	0	0	0
14	Тема 14 Вакуумные системы электрофизических установок. Распределенные газовые нагрузки и протяженные вакуумные системы.	Всего аудиторных часов	2	0	2
		Онлайн	0	0	0
15	Тема 15 Распределенные насосы. Технология нераспыляемых геттеров. Особенности криогенной откачки. Принцип работы “холодного канала”.	Всего аудиторных часов	2	0	2
		Онлайн	0	0	0
16	Тема 16 Обзор вакуумно-технологических процессов и установок. Вакуумная аппаратура электрофизических установок.	Всего аудиторных часов	2	0	2
		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
	<i>7 Семестр</i>
	1 Изучение вакуумметрического оборудования.
	2 Исследование характеристик высоковакуумного насоса.
	3 Исследование парциального состава остаточного газа.
	4

	Изучение техники течеискания.
5	Моделирование вакуумной установки.

ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Недели	Темы занятий / Содержание
	<i>6 Семестр</i>
	Тема 1 Вакуумные системы. Процессы откачки. Проводимость элементов вакуумных систем. Организация измерений.
	Тема 2 Основы проектирования и расчета вакуумных систем. Учет газовых нагрузок. Компоненты газовых нагрузок.
	Тема 3 МЕТРОЛОГИЯ ВАКУУМА. Виды вакуумных измерений. Обеспечение единства измерений. Погрешности измерений и градуировка вакуумметров.
	Тема 4 Измерение парциальных давлений. Масс-спектрометры. Основные конструкции. Расшифровка масс-спектров.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

При реализации программы дисциплины используются следующие образовательные технологии. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций, практических и лабораторных занятий с привлечением компьютерного моделирования.

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)	Аттестационное мероприятие (КП 2)
ПК-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15	Э, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-4	Э, КИ-8, КИ-15	Э, 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:

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

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : учебное пособие, Шатохин В.Л., Москва: МИФИ, 2011
2. 621.5 Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, Шатохин В.Л., Шестак В.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
3. ЭИ Ш28 Вакуумная техника : лабораторный практикум, Шатохин В.Л., Шестак В.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2010
4. ЭИ Ш51 Вакуумная техника. Концепция разреженного газа : учебное пособие для вузов, Шестак В.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

5. 533 Ш51 Вакуумная техника. Концепция разреженного газа : учебное пособие для вузов, Шестак В.П., Москва: НИЯУ МИФИ, 2012

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.5 Р64 Вакуумная техника : учебник для вузов, Розанов Л.Н., Москва: Высшая школа, 2007
2. 621.5 Ш54 Вакуумные технологии : , Шешин Е.П., Долгопрудный: Интеллект, 2009

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

1. Рекомендации по работе с лекционной частью дисциплины.

Перед началом занятий необходимо внимательно ознакомиться с учебным планом проведения лекций и списком рекомендованной литературы. Перед посещением очередной лекции освежить в памяти основные концепции пройденного ранее материала. Подготовить при необходимости вопросы преподавателю. На лекции основное внимание следует уделять не формулам и математическим выкладкам, а содержанию изучаемых вопросов, определениям и постановкам задач. В процессе изучения лекционного курса необходимо по возможности чаще возвращаться к основным понятиям и методам решения задач. Желательно использовать в конспектах лекций систему обозначений, к которой прибегает преподаватель. Для более подробного изучения курса следует работать с рекомендованными и вновь появляющимися литературными источниками.

2. Рекомендации для проведения практических занятий.

Перед посещением практического занятия уясните его тему и самостоятельно изучите связанные с ней понятия и методы решения задач. Перед решением задач активно участвуйте в обсуждении с преподавателем основных понятий, связанных с темой практического занятия. В процессе решения задач ведите дискуссию с преподавателем о правильности применения методов их решения. По возможности самостоятельно доводите решение предлагаемых задач до окончательного итога. В конце практического занятия при необходимости выясните у преподавателя неясные вопросы.

3. Рекомендации для проведения лабораторных занятий.

Соблюдайте требования техники безопасности, для чего необходимо прослушать разъяснения о правильности поведения в лаборатории, ознакомиться с инструкцией по охране труда и технике безопасности в лаборатории и расписаться в журнале по технике безопасности. Перед выполнением лабораторной работ проведите самостоятельно подготовку к работе, изучив основные теоретические положения и методические указания, знание которых необходимо для осмысленного выполнения работы. В процессе выполнения работы следует постоянно общаться с преподавателем, по возможности избегая неправильных действий. Основные результаты экспериментов, зафиксированные в письменном виде, предъявляются в конце занятия на утверждение преподавателя. Для защиты отчета по работе подготовьте отчет о проделанной работе в соответствии с указаниями; в отчёте должны быть отражены основные результаты и выводы.

4. Рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Получите у преподавателя задание и список рекомендованной литературы в самом начале семестра. Изучение теоретических вопросов следует проводить по возможности самостоятельно, но при затруднениях обращаться к преподавателю. Подготовьте письменный отчет о проделанной работе.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

1. Чтение лекций.

Первая лекция должна быть введением к дисциплине (разделу дисциплины, читаемому в начинающемся семестре). Она должна содержать общий обзор содержания дисциплины. В ней следует отметить методические инновации в решении задач, рассматриваемых в дисциплине, дать перечень рекомендованной литературы и вновь появившихся литературных источников, обратив внимание студентов на обязательную и дополнительную литературу. Изложению текущего лекционного материала должна предшествовать вводная часть, содержащая краткий перечень вопросов, рассмотренных на предыдущих лекциях. На этом этапе полезно задать несколько вопросов аудитории, осуществить выборочный контроль знания студентов. При изложении лекционного материала следует поощрять вопросы непосредственно в процессе изложения, внимательно относясь к вопросам студентов и при необходимости давая дополнительные, более подробные пояснения. При чтении лекций преимущественное внимание следует уделять качественным вопросам, опуская простые математические выкладки, либо рекомендуя выполнить их самим студентам, либо отсылая студентов к литературным источникам и методическим пособиям. В процессе лекционного курса необходимо возможно чаще возвращаться к основным вопросам дисциплины, проводя выборочный экспресс-контроль знаний студентов. Принятая преподавателем система обозначений должна чётко разъясняться в процессе её введения и использоваться в конспектах лекций. В лекциях, предшествующих практическим занятиям, следует кратко излагать содержание и основные задачи практического занятия, дать рекомендации студентам для подготовки к нему. На последней лекции важно найти время для обзора основных положений, рассмотренных в дисциплине, перечню и формулировке вопросов, выносимых на экзамен или зачёт.

2. Указания для проведения практических занятий.

Тема практического занятия и его цели должны быть чётко обозначены. В начале практического занятия полезно обсудить основные понятия, связанные с его темой. В ходе решения задач следует вести дискуссию со студентами о правильности применения теоретических знаний на отдельных этапах решения. Рекомендуется отмечать студентов,

наиболее активно участвующих в решении задач и дискуссиях, как вслух, так и в книжке преподавателя и передавать эту информацию ответственному по текущей успеваемости. В конце практического занятия предложить аудитории несколько контрольных вопросов.

3. Указания по контролю самостоятельной работы студентов.

По усмотрению преподавателя задание на самостоятельную работу может быть индивидуальным или фронтальным. При использовании индивидуальных заданий необходимо требовать от студента письменный отчет о проделанной работе, проводить его обсуждение.

Автор(ы):

Шатохин Вадим Леонидович, к.т.н., доцент