

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 1/12-577

от 19.12.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**ИНЖЕНЕРНО-ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕРМОЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ**

Направление подготовки  
(специальность)

[1] 16.04.02 Высокотехнологические плазменные и  
энергетические установки

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, экс./зач./КР/КП
2	3	108	15	30	0	27	0	Э
Итого	3	108	15	30	0	27	0	

## АННОТАЦИЯ

Изучаются инженерно-физические основы реализации управляемого термоядерного синтеза преимущественно в установках с магнитным удержанием плазмы. Дается представление об основах расчета и выбора конструкции термоядерных установок и реакторов, включая вакуумную систему, систему подачи топлива и удаления продуктов реакции, электромагнитную систему, методы и способы реализации дополнительного нагрева плазмы. На примере действующих и проектируемых установок и реакторов рассматриваются особенности конструкции и режимов их работы.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Курс введен для студентов кафедры, специализирующихся в области физики и инженерных проблем термоядерных реакторов как на кафедре, так и в ее филиале в ИЯС РНЦ "Курчатовский институт". Учебной задачей курса является знакомство с принципами физического обоснования и методами расчета основных систем термоядерных установок преимущественно с магнитным удержанием плазмы: вакуумно-топливной, электромагнитной, систем нагрева плазмы и съема тепла. Задачей курса является также овладение студентами простейших методов расчета и знакомство с конструкцией термоядерных установок и реакторов.

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

Курс лекций «Инженерно-физические основы термоядерных реакторов» является одним из основных годовых курсов, читаемых на кафедре «Физика плазмы». Для успешного освоения курса «Инженерно-физические основы термоядерных реакторов» студенты должны предварительно прослушать курсы лекций по следующим дисциплинам: курс общей физики, включающий основы термодинамики, оптику, электричество и магнетизм и др.; статистическая физика; математический анализ; дифференциальные уравнения; теория вероятности и математической статистики; уравнения математической физики, основы физики плазмы и УТС

### 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	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
--	---------------------------	---	---

		опыта)	
научно-исследовательский			
Проведение научных исследований в области диагностики лазерной плазмы, лазерного термоядерного синтеза, лазерной физики и применения мощных лазеров.	Научные задачи, плазма, лазеры.	ПК-1.1 [1] - Способен к решению научных задач в области диагностики лазерной плазмы, лазерного термоядерного синтеза, лазерной физики и применения мощных лазеров  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-1.1[1] - Знать: основы диагностики лазерной плазмы, термоядерного синтеза, лазерной физики; У-ПК-1.1[1] - Уметь: решать научные задачи в области диагностики лазерной плазмы, термоядерного синтеза, лазерной физики и применения лазеров; В-ПК-1.1[1] - Владеть: навыком решения научных задач в области диагностики лазерной плазмы, термоядерного синтеза, лазерной физики и применения лазеров
Проведение научных исследований и опытно-конструкторских разработок в области диагностики плазмы, лазерного термоядерного синтеза и лазерной физики.	Научные исследования и опытно-конструкторские разработки, лазеры.	ПК-1.2 [1] - Способен использовать знания в области мощных лазеров, физики лазерного термоядерного синтеза и оптики в своей практической деятельности.  <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011	3-ПК-1.2[1] - Знать: физику лазерного термоядерного синтеза, лазерную физику, физику и применение мощных лазеров, оптику; У-ПК-1.2[1] - Уметь: использовать знания в области оптики, мощных лазеров и физики лазерного термоядерного синтеза в практической деятельности ; В-ПК-1.2[1] - Владеть: навыками использования знаний в области оптики, мощных лазеров и физики лазерного термоядерного синтеза в практической

<p>Обработка и обобщение результатов исследований математическими методами</p>	<p>Результаты исследований, математические методы обработки экспериментальных данных.</p>	<p>ПК-2 [1] - Способен использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.033</p>	<p>деятельности</p> <p>3-ПК-2[1] - Знать основные законы высшей математики, необходимые для математической обработки результатов исследований; основные законы теоретической физики, необходимые для обобщения и интерпретации результатов исследований; ;</p> <p>У-ПК-2[1] - Уметь: применять законы высшей математики и физики к обобщению и интерпретации исследований; проводить критический анализ результатов; ;</p> <p>В-ПК-2[1] - Владеть: методами создания и анализа математических моделей; методами обработки экспериментальных данных</p>
<p>Анализ научно-технической информации, постановка научной проблемы, обработка и обобщение полученных результатов.</p>	<p>Научно-техническая информация по тематике исследований, результаты исследований.</p>	<p>ПК-3 [1] - Способен анализировать научно-техническую информацию, научные проблемы, результаты, перспективы по тематике проводимых исследований и разработок</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078</p>	<p>3-ПК-3[1] - Знать специфику и современное состояние развития исследований и разработок; методы поиска, анализа научно-технической информации для выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи, определения пути их решения ;</p> <p>У-ПК-3[1] - Уметь: проводить поиск, анализ научно-технической</p>

			<p>информации для выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи по тематике проводимых исследований и разработок; обобщать и критически анализировать полученную информацию; проводить критический анализ своих результатов и результатов других исследователей; В-ПК-3[1] - владеть навыками поиска и анализа научно-технической информации, выявления естественнонаучной сущности проблемы, формулирования задачи по тематике проводимых исследований и разработок, обобщения и критического анализа информации.</p>
--	--	--	--

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практи. (семинары )/ Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>2 Семестр</i>						
1	Техника получения и нагрева плазмы	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1,

							В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
2	Основы расчета и конструкции термоядерных установок и реакторов	9-15	7/14/0		25	КИ-15	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/30/0		50		

	<b>Контрольные мероприятия за 2 Семестр</b>				50	Э	3-ПК-1.1, У-ПК-1.1, В-ПК-1.1, 3-ПК-1.2, У-ПК-1.2, В-ПК-1.2, 3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-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
Э	Экзамен

### КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>2 Семестр</i>	15	30	0
<b>1-8</b>	<b>Техника получения и нагрева плазмы</b>	8	16	0
1	<b>Техника получения и нагрева плазмы</b> Техника получения и нагрева плазмы. Джоулев нагрев плазмы и индукторы. Основные соотношения. Связь между параметрами плазмы и необходимым изменением магнитного потока индуктора. Требования к индуктору с	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	учетом создания тока в токамаке. Электротехнический анализ индуктора. Токи и напряжения в первичной и вторичной цепях. Коэффициент связи. Примеры различных воздушных индукторов. Обеспечение минимума поперечного поля в области плазмы с помощью системы катушек индуктора.			
2	<b>Адиабатический нагрев плазмы</b> Адиабатический нагрев плазмы. Особенности адиабатического нагрева в токамаках. Соотношения для продольной и поперечной температуры при сжатии плазмы различными обмотками. Конструктивные особенности установок с адиабатическим нагревом плазмы. ТСП – как пример установки с адиабатическим нагревом.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	<b>Инжекторы нейтральных атомов</b> Инжекторы нейтральных атомов. Особенности взаимодействия пучка быстрых нейтралов с плазмой в тороидальной ловушке. Генерация тока с помощью пучка нейтралов. Расчет необходимой энергии и тока пучка для нагрева плазмы. Блок-схема инжектора. Основные атомные сечения образования и разрушения нейтральных атомов водорода. Эффективность инжектора в зависимости от энергии частиц.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	<b>Сильноточные плазменные источники ионов водорода</b> Сильноточные плазменные источники ионов водорода. Дуопигатрон, Периплазматрон, источник с периферийным магнитным полем. Источники отрицательных ионов водорода. Массовый состав и параметры пучков ионов. Ионно-оптические системы источников положительных ионов. Предельная плотность фокусируемого тока. Транспортировка ионных пучков. Понятие о первеансе, об эмиттансе и аксептансе. Перезарядочные мишени. Основные сечения. Равновесный зарядовый состав пучка ионов водорода. Нейтрализаторы на газе и на парах металлов. Применение лазеров для фотоотщепления в пучках отрицательных ионов. Сепарация пучка. Приемники мощных потоков частиц. Рекуператоры энергии пучков: принцип действия, основные соотношения, различные схемы рекуператоров.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	<b>Инжекторы плазмы</b> Инжекторы плазмы. Плазменные ускорители (ПУ). Принцип действия. Виды, параметры. Плазменная оптика. УЗДП – как эффективный инжектор водородной плазмы. Использование ПУ для моделирования срывов в токамаках.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	<b>Волновые методы нагрева</b> Волновые методы нагрева. Классификация методов нагрева по длинам волн. Особенности ЭЦР нагрева. Гиротроны. Принцип действия и параметры. Транспортировка энергии. ИЦР нагрев.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	<b>Схема реализации ВЧ нагрева на тороидальной установке</b> Схема реализации ВЧ нагрева на тороидальной установке. Антенны, добротность. Способы подвода энергии.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0

	Особенности взаимодействия ВЧ мощности с плазмой в тороидальных установках с магнитным удержанием. Создание токов с помощью ВЧ методов.			
8	<b>Контрольная работа</b> Контрольная работа.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	<b>Основы расчета и конструкции термоядерных установок и реакторов</b>	7	14	0
9 - 10	<b>Основы расчета и конструкции термоядерных установок и реакторов.</b> Основные представления о расчете токамака. Представление о программе моделирования параметров плазмы в токамаках ASTRA. Особенности конструкции токамаков: T-10, JET, T-15, T-15M, TORE SUPRA, DIII-D, JT-60U. Сферический токамак.	Всего аудиторных часов		
		2	4	0
		Онлайн		
		0	0	0
11	<b>Основные соотношения для ТЯР с магнитным удержанием</b> Основные соотношения для ТЯР с магнитным удержанием.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	<b>Проект ИТЭР</b> Проект ИТЭР. Основные соотношения для расчета и выбора параметров. Особенности конструкции реактора и режима работы	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	<b>Крупнейшие стеллараторы</b> Крупнейшие стеллараторы: LHD, W-AS, ATF-2. Проект стелларатора W-X, особенности реакторов на основе стелларатора.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	<b>Открытые ловушки</b> Открытые ловушки. Сравнение конструкций установок АМБАЛ, ГАММА-10. Газодинамическая ловушка ГДЛ. Перспективы реактора и мощного источника нейтронов на основе открытой ловушки. Открытая ловушка как движитель космического корабля.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	<b>Альтернативные схемы реакторов</b> Альтернативные схемы реакторов. (ДРАКОН, Диполь с левитирующим кольцом). Реакторы с инерциальным удержанием. Мишени для инерциального синтеза. Особенности реализации лазерного УТС, электронные и ионные драйверы для реакторов с инерциальным удержанием. Перспективы реализации УТС	Всего аудиторных часов		
		1	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

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Лекционный курс предусматривает демонстрационный материал по каждой теме занятий, который представляется либо в виде слайдов, либо в виде образцов реальных устройств.

## 6. 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-1.1	З-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.1	Э, КИ-8, КИ-15
ПК-1.2	З-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-1.2	Э, КИ-8, КИ-15
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-3	З-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-3	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-3	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-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.

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

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ М76 Plasma Physics and Controlled Nuclear Fusion : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2005
2. 537 К64 Влияние электромагнитных полей и токов на пластическую деформацию металлов и сплавов : , Новокузнецк: Интер-Кузбасс, 2013
3. 62 Л64 Основы инженерной деятельности : курс лекций, Снежинск: РФЯЦ-ВНИИТФ, 2015
4. 621.039 С84 Физические основы методов диагностики плазмы в Токамаке : учебное пособие для вузов , В. С. Стрелков, Москва: МИФИ, 2004
5. 620 Э98 Конструкционные материалы. Полный курс : , М. Эшби, Д. Джонс, Долгопрудный: Интеллект, 2010
6. 621.039 К43 Современные исследования на установках "Токамак" : учебное пособие для вузов, Н. А. Кирнева, Москва: МИФИ, 2008

7. ЭИ О-75 Основы физических процессов в плазме и плазменных установках : учебное пособие для вузов, С. К. Жданов [и др.], Москва: МИФИ, 2007

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 621.3 Ш23 Электромагнитное экранирование : , Д. Н. Шапиро, Долгопрудный: Интеллект, 2010
2. ЭИ К43 Современные исследования на установках "Токамак" : учебное пособие для вузов, Н. А. Кирнева, Москва: МИФИ, 2008
3. 533 О-75 Основы физических процессов в плазме и плазменных установках : учебное пособие для вузов, С. К. Жданов [и др.], Москва: МИФИ, 2007

#### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Microsoft office (33-103)

#### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. НИЯУ МИФИ (<http://www.library.mephi.ru/>)

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

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

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

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

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

Курс «Инженерно-физические основы термоядерных реакторов» состоит из теоретической части, на которой преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия, и практической разбираются типичные примеры решения задачи и даются задания (задачи) студентам на закрепление материала.

В семестре студент может получить максимум 100 баллов: 50 баллов за работу в семестре и 50 баллов на экзамене.

Работа в семестре представляет собой выполнение контрольных работ на решение задач, разбираемых на занятиях в рамках практических работ..

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

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

Курс «Инженерно-физические основы термоядерных реакторов» представляет собой теоретически курс. Преподаватель на занятиях дает основные понятия и определения по теме занятия и разбирает типичные задачи для закрепления материала.

#### Методические указания по проведению лекций

Лекция представляет собой логическое изложение материала в соответствии с планом лекции, который сообщается студентам в начале каждой лекции, и имеет законченную форму, т. е. содержит пункты, позволяющие охватить весь материал, который требуется довести до студентов. Содержание каждой лекции имеет определенную направленность и учитывает уровень подготовки студентов. Ее цель – формирование ориентировочной основы для последующего усвоения студентами учебного материала. Главной задачей лектора является организация процесса познания студентами материала изучаемой дисциплины на всех этапах ее освоения, предусмотренных образовательным стандартом. Лекции по курсу призваны решать две основные задачи: во-первых, информативную, т.е. сообщать студенту определенный набор теоретических знаний об изучаемой области действительности, во-вторых, развивающую, т.е. способствовать выработке навыков самостоятельной познавательной деятельности, мышления и оценки на основе полученных знаний.

Для решения названных задач при подготовке лекции преподавателю необходимо:

- сформулировать цель и задачи каждой лекции;
- определить содержание лекции и план ее проведения так, чтобы это отвечало поставленным задачам лекции;
- разработать методы активизации познавательной деятельности студентов с учетом уровня знаний студентов;
- продумать возможности использования изучаемого материала в рамках других дисциплин и в практической деятельности;
- представить ссылки на источники для самостоятельного изучения материала студентами;
- по материалу лекции сформулировать задачи с целью подготовки студентов к семинарам.

Для передачи теоретического материала по дисциплине используются три основных типа лекций: вводная лекция, информационная лекция и обзорная лекция.

По своей структуре лекции могут быть разнообразны – это зависит от содержания и характера излагаемого материала. Однако существует общий структурный каркас, применимый к любой лекции. Прежде всего, это сообщение плана лекции студентам и строгое ему следование. В план лекции включаются наименования основных вопросов лекции, которые могут послужить базой для составления экзаменационных билетов и вопросов к экзамену. В начале изложения полезно напомнить содержание предыдущей лекции, связать его с новым материалом, определить место и назначение рассматриваемой темы в дисциплине и в системе других наук.

При раскрытии вопросов темы можно применять индуктивный метод: примеры, факты, подводящие к научным выводам; можно также использовать метод дедукции: разъяснение общих положений с последующим показом возможности их приложения на конкретных примерах. По каждому из анализируемых положений следует делать вывод.

В конце лекции необходимо подвести итог сказанному.

Излагая лекционный материал, преподаватель должен ориентироваться на то, что студенты пишут конспект. Конспект помогает внимательно слушать, лучше запоминать в процессе осмысленного записывания, обеспечивает наличие опорных материалов при подготовке к семинару, зачету, экзамену. Задача лектора – дать студентам возможность осмысленного конспектирования: слушать, осмысливать, перерабатывать, кратко записывать. Средствами, помогающими конспектированию, являются: акцентированное изложение материала лекции, использование пауз, записи на доске, демонстрации иллюстративного материала, строгое соблюдение регламента занятий.

На каждую лекцию преподавателем разрабатывается план и конспект, включающие название темы, формулировку цели и задач, перечень основных разделов лекции, краткое, структурированное в соответствии с планом, содержание излагаемого материала, а также перечень вопросов, которые будут заданы по ходу лекции с целью активизации и повторения.

В ходе лекций по дисциплине «Инженерно-физические основы термоядерных реакторов» предусматривается использование активных и интерактивных форм проведения занятий, в частности, применение мультимедийного проектора, а также интерактивных выступлений по принципу «вопрос – ответ», использование мела и доски, схем, таблиц и рисунков.

#### Методические указания по проведению практической занятий

Решение задач призвано углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Задачи развивают инженерное и научное мышление, позволяют проверить знания студентов, привить навыки поиска, обобщения и изложения учебного материала и выступают как средство оперативной обратной связи.

Преподавателю следует аккуратно вести контроль уровня понимания и развития навыков решения задач. Необходимо на каждом занятии проверять домашние задания, частично повторять пройденный уже материал, давая также тестовые задачи уже пройденного материала

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе.

Автор(ы):

Кутеев Борис Васильевич, д.ф.-м.н., профессор