

ИНСТИТУТ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

КАФЕДРА ФИЗИКИ ПЛАЗМЫ

ОДОБРЕНО НТС ЛАПЛАЗ

Протокол № 3

от 30.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СПЕКТРОСКОПИЯ ПЛАЗМЫ

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	0	27	0

АННОТАЦИЯ

Курс «Спектроскопия плазмы» знакомит с методами спектрального исследования плазмы, применяющихся в области термоядерной проблемы и при разработке плазменных технологий в промышленности.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины (модуля) "Спектроскопия плазмы":

- Научить студентов понимать физику явлений, заложенных при разработке и применению спектральных методов исследования плазмы, происходящих в низкотемпературной плазме, и физических основ работы приборов вакуумной и газоразрядной электроники;
- Облегчить изучение специальной литературы, дать необходимые сведения для исследовательской работы.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Курс «Спектроскопия плазмы» является одним из специальных курсов, предназначенным для знакомства студентов с бесконтактными методами диагностики плазмы. Для его успешного освоения 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;
- Квантовая механика;
- Уравнения математической физики

Курс «Спектроскопия плазмы» необходим студентами для выполнения:

- учебно-исследовательских работ по диагностике плазмы;

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			
Обработка и обобщение результатов исследований математическими методами	Результаты исследований, математические методы обработки экспериментальных данных	ПК-2 [1] - Способен использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 25.033	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; ; У-ПК-2[1] - Уметь: применять законы высшей математики и физики к обобщению и интерпретации исследований; проводить критический анализ результатов;; В-ПК-2[1] - Владеть: методами создания и анализа математических моделей; методами обработки экспериментальных данных
Анализ научно-технической информации, постановка научной проблемы, обработка и обобщение полученных результатов	Научно-техническая информация по тематике исследований, результаты исследования	ПК-3 [1] - Способен анализировать научно-техническую информацию, научные проблемы, результаты, перспективы по тематике проводимых исследований и разработок <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	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 ; У-ПК-3[1] - Уметь: проводить поиск, анализ научно-технической

			<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;</p> <p>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>
	научно-инновационный		
<p>Проектирование и внедрение новых продуктов и систем в реальной инженерной практике</p>	<p>Продукты и системы в реальной инженерной практике</p>	<p>ПК-7 [1] - Способен проектировать, создавать и внедрять новые продукты и системы и применять теоретические знания в реальной инженерной практике</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-7[1] - Знать физические основы работы приборов и установок; методы проведения физических исследований с использованием высокотехнологических установок; ;</p> <p>У-ПК-7[1] - Уметь: применять законы физики и высшей математики для обработки и анализа полученных экспериментальных данных; продумать алгоритм решения</p>

			инженерной задачи; спроектировать блок-схему лабораторной установки для реализации заданной инженерной задачи;; В-ПК-7[1] - Владеть: методами проведения инженерных расчетов; приемами и навыками работы с современными программными пакетами для инженерной деятельности;
--	--	--	--

4. 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>2 Семестр</i>						
1	Теория спектрального излучения плазмы	1-8	8/16/0		25	КИ-8	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
2	Методика спектральных измерений в плазме	9-15	7/14/0		25	КИ-15	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2,

							3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7
	<i>Итого за 2 Семестр</i>		15/30/0		50		
	Контрольные мероприятия за 2 Семестр				50	Э	3-ПК-2, У-ПК-2, В-ПК-2, 3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-7, У-ПК-7, В-ПК-7

* – 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
1-8	Теория спектрального излучения плазмы	8	16	0
1	СТОЛКНОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ПЛАЗМЕ Упругие, неупругие и сверхупругие столкновительные	Всего аудиторных часов		
		1	2	0

	процессы в плазме. Сечения столкновений. Определение состава плазмы. Определение эффективного заряда ионов. Процессы возбуждения, диссоциации, ионизации, рекомбинации частиц в плазме.	Онлайн		
		0	0	0
2	СЕЧЕНИЯ СТОЛКНОВИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ Методы расчета и измерения сечений и скоростей процессов ионизации, возбуждения и рекомбинации. Типичные значения сечений. Оценка точности. Базы данных о сечениях.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
3	ВИДЫ РАВНОВЕСИЯ В ПЛАЗМЕ Прямые и обратные процессы. Принцип детального равновесия. Равновесная плазма. Частичное равновесие. Неравновесное состояние. Ионизирующаяся и рекомбинирующая плазма	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
4	МОДЕЛИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ ПЛАЗМЫ Необходимость моделирования. Балансные кинетические уравнения. Столкновительно-радиационная модель (СРМ). Модель коронального равновесия (МКР). Модели ЛТР и ЧЛТР.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
5	СИСТЕМАТИКА УРОВНЕЙ В АТОМАХ И ИОНАХ Правила отбора. Принцип Паули. Диаграммы Гротриана. Типичные схемы уровней атомов водорода, гелия, двухатомных молекул. Линейчатый и полосатый спектры излучения плазмы	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
6	НЕПРЕРЫВНЫЙ СПЕКТР ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ Тормозной континуум. Поляризационный континуум. Рекомбинационный континуум. Форма и ширина контура спектральной линии. Естественная ширина спектральной линии. Уширение за счет эффекта Доплера. Ударное уширение. Статическое уширение. Уширение линий водорода за счет линейного Штарк эффекта.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
7	ИНТЕНСИВНОСТЬ ИЗЛУЧЕНИЯ ПЛАЗМЫ Явления самопоглощения и самообращения спектральных линий. Спектральная плотность интенсивности континуума. Излучение черного тела. Формула Планка. Полная мощность радиационных потерь. Радиационный коллапс.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
8	ТИПОВЫЕ ОПТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ Спектральные приборы. Теория и практические параметры дифракционной решетки. Разрешающая способность и светосила приборов. Локальные и хордовые измерения Преобразование Абеля.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
9-15	Методика спектральных измерений в плазме	7	14	0
9	АППАРАТНАЯ ФУНКЦИЯ СПЕКТРАЛЬНОГО ПРИБОРА Абберации в изображении спектра. Приборы для ультрафиолетового и видимого спектральных диапазонов. Спектральные приборы с вогнутой дифракционной решеткой. Схемы спектрографов с вогнутой решеткой	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
10	ПРИЕМНИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ Спектральная чувствительность приемника излучения.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0

	Фотометрические понятия и единицы. Одноканальные, линейчатые и матричные приемники излучения.	Онлайн		
		0	0	0
11	ИНТЕРФЕРОМЕТР ФАБРИ-ПЕРО Устройство и принцип действия интерферометра Фабри-Перо. Методы регистрации спектра. Аппаратная ширина интерферометра Фабри-Перо. Фурье спектрометр.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
12	ТИПИЧНЫЕ ЗАДАЧИ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ ПЛАЗМЫ Экспресс-методы оценки параметров плазмы. Универсальные методы диагностики. Методы диагностики на основе общей столкновительно-радиационной модели. Методы диагностики в корональном приближении.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
13	ЧЛТР и ЛТР МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ ПЛАЗМЫ Методы диагностики плазмы в состоянии локального термического равновесия. Методы диагностики в приближении полного равновесия.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
14	ДЕТАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНКРЕТНЫХ МЕТОДИК Измерение плотности атомов на нижнем уровне методом поглощения. Измерение функции распределения частиц по скоростям по контуру поглощения линии. Измерение скорости движения плазмы.	Всего аудиторных часов		
		1	2	0
		Онлайн		
		0	0	0
15	ИЗМЕРЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ. РАССЕЯНИЕ СВЕТА В ПЛАЗМЕ Эффект Штарка. Измерение электрических полей в плазме. Лазерная штарковская спектроскопия. Измерение плотности плазмы по штарковскому уширению линий. Эффект Зеемана. Измерение напряженности магнитного поля. Рассеяние на свободных электронах. Коллективное рассеяние. Техника измерений спектра рассеянного излучения.	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

Курс предусматривает демонстрационный материал по каждой теме занятий, который представляется либо в виде слайдов, либо в виде образцов реальных устройств. Задача лектора

доступно объяснить на основе прочитанного лекционного материала, как и где используются явления, модели и условия применимости.

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-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
ПК-7	З-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-15
	У-ПК-7	Э, КИ-8, КИ-15
	В-ПК-7	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		E	
60-64			

			но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
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 К92 Introduction to Plasma Spectroscopy : , Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg,, 2009
2. 533 К 65 Материалы XXIII конференции "Взаимодействие плазмы с поверхностью" : , 2020
3. 533 О-75 Основы физического эксперимента в физике плазмы : лабораторный практикум, Москва: НИЯУ МИФИ, 2014
4. ЭИ О-95 Спектроскопия низкотемпературной плазмы : учебное пособие, Москва: Физматлит, 2010
5. ЭИ К60 Спектроскопическая диагностика плазмы : учебное пособие для вузов, В. Н. Колесников, Москва: МИФИ, 2007
6. 53 П26 Методы исследований в экспериментальной физике : учебное пособие для вузов, М. И. Пергамент, Долгопрудный: Интеллект, 2010

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 539.1 С54 Введение в теорию атомных спектров : , Собельман И.И., М.: Наука, 1977

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

1. Microsoft office (33-103)

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Высокоскоростной оптоволоконный спектрометр Avantes-3648 USB2-RM(Avates) №101103601 (33-201)

9. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Курс "Спектроскопия плазмы" состоит из теоретической части, на которой преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия, и практической части, на которой разбираются типичные примеры решения задачи и даются задания (задачи) студентам на закрепление материала, в том числе в виде дистанционных лабораторных работ.

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

Для текущего контроля успеваемости проводятся небольшие небольшие устные опросы по контролируемой теме.

В качестве итоговой аттестации проводится экзамен по всему прочитанному курсу, включающий в себя расширенный письменный и устный ответ на два вопроса по темам курса и защиту этих ответов экзаменатору.

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 "Спектроскопия плазмы" состоит из теоретической части, на которой преподаватель дает основные понятия и определения по теме занятия, и практической части, на которой разбираются типичные примеры решения задачи и даются задания (задачи) студентам на закрепление 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.

Тематика и содержание лекции определяются рабочей программой изучаемой дисциплины, составленной в соответствии с образовательным стандартом направления специальности подготовки магистра.

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 зачету. 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 «Спектроскопия плазмы» 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 практических занятий

Практические занятия по дисциплине «Спектроскопия плазмы» призваны углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции в обобщенной форме, и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. Они развивают инженерное и научное мышление, позволяют проверить знания студентов, привить навыки поиска, обобщения и изложения учебного материала и выступают как средство оперативной обратной связи.

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

Для текущего контроля успеваемости проводятся небольшие устные опросы по контролируемой теме.

В качестве итоговой аттестации проводится экзамен по всему прочитанному курсу, включающий в себя расширенный письменный и устный ответ на два вопроса по темам курса и защиту этих ответов экзаменатору.

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):

Лисица Валерий Степанович

Рецензент(ы):

д.ф.-м.н., нач. лаборатории ИНХС РАН, Лебедев
Ю.А.