МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Обнинский институт атомной энергетики –

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

ОТДЕЛЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ И ПЛАЗМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Одобрено на заседании Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ, протокол №25.8 от 25.08.2025

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ФИЗИКА ТВЕРДОГО ТЕЛА

название дисциплины

для направления подготовки

22.03.01 –Материаловедение и технологии материалов

код и название направления подготовки

образовательная программа

«Материалы фотоники»

Форма обучения: очная

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины

получение фундаментальных знаний об основах описания равновесных систем на основе общих методов термодинамики и статистической механики, получения навыков решения и исследования конкретных физических задач систем многих частиц

Задачи дисциплины

- приобретение знаний о статистической физике, как о методе описания свойств и явлений в системах из большого количества элементов;
- определение и описание равновесий в статистических системах и обоснование равновесной термодинамики.
- применение статистических феноменологических, математических и численных моделей для описания и прогнозирования явлений в твердых телах.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙПРОГРАММЫ (далее – ОП) БАКАЛАВРИАТА

Дисциплина реализуется в рамках обязательной части и относится к общепрофессиональному модулю.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Физика:

Механика Ньютона. Базовые понятия классической равновесной термодинамики и молекулярной физики.

Математика:

Математический анализ в объеме дифференцирования и интегрирования функции одной переменной и функции нескольких переменных. Теория кратных интегралов и векторное поле. Гармонический анализ и теория рядов Фурье. Линейные уравнения и системы, Непрерывная зависимость решения от параметра, теория устойчивости, Уравнения с частными производными первого порядка. Основные комбинаторные объекты: перестановки, размещения, сочетания, разбиения. Теоремы сложения и умножения вероятностей. Функция распределения и ее свойства. Числовые характеристики случайных величин и их свойства.

Дополнительные главы математического анализ:

Функциональные методы решения краевых задач для уравнений в частных производных. Уравнения Лапласа, Пуассона, теплопроводности, волновое. Метод Фурье.

Теоретическая механика и теория упругости:

Обобщенные координаты системы, обобщенные скорости. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа первого рода. Дифференциальные уравнения движения системы в обобщенных координатах. Функция Лагранжа. Вариационные принципы механики.

Электродинамика: конденсированных сред

Уравнения Максвелла в дифференциальной и интегральной формах, инварианты поля, электромагнитные волны.

Квантовая теория тверддого тела:

Симметричные и антисимметричные волновые функции. Фермионы и бозоны. Система из многих тождественных частиц. Принцип запрета Паули для фермионов. Энергия фермионной и бозонной систем. Микроскопически различимые распределения частиц по состояниям. Одночастичные функции. Макроскопическое состояние системы. Идентичные неразличимые частицы с полуцелым спином. Идентичные неразличимые частицы с целым спином.

Статистики Максвелла-Больцмана, Ферми-Дирака, Бозе-Эйнштейна. Плотность состояний в трехмерной квантовой яме.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙПРОГРАММЫ

В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1	Способен решать задачи профессиональной деятельности, применяя методы моделирования, математического анализа, общеинженерные и естественнонаучные знания	З-ОПК-1 знать фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы У-ОПК-1 уметь применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера; В-ОПК-1 владеть навыками моделирования, математического анализа, а также решать задачи в области естественнонаучных и общеинженерных знаний.
УКЕ-1	Способен использовать знания естественнонаучных дисциплин, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в поставленных задачах	З-УКЕ-1 знать: основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования У-УКЕ-1 уметь: использовать математические методы в технических приложениях, рассчитывать основные числовые характеристики случайных величин, решать основные задачи математической статистики; решать типовые расчетные задачи В-УКЕ-1 владеть: методами математического анализа и моделирования; методами решения задачанализа и расчета характеристик физических систем, основными приемамиобработки экспериментальных данных, методами работы с прикладными программными продуктами

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих: - формирование культуры безопасности при работе с лазерным излучением различного вида; - формирование культуры безопасности при работе с высокомощными экспериментальными и промышленными установками.	Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин и всех видов практик для: - формирования культуры безопасности лазерного излучения посредством тематического акцентирования в содержании дисциплин и учебных заданий, подготовки эссе, рефератов, дискуссий, а также в ходе практической работы с лазерным оборудованием; - формирования культуры безопасности при работе на высокомощных экспериментальных и промышленных установках, которые имеют повышенный уровень опасности через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе на оборудовании для исследования высокотемпературной плазмы

Организация интерактивных мероприятий и реализация специализированных заданий с воспитательным и социальным акцентом:

1. Организация научно-практических конференций, встреч с выдающимися учеными и ведущими представителями отраслей в области лазерных и плазменных технологий, круглых столов, и прикладной математики.
2. Участие в студенческих олимпиадах и студенческих конкурсах, конкурсах профессионального мастерства, студенческих научных обществах и объединениях, а также летних школах.
3. Участие в подготовке публикаций в высокорейтинговых международных журналах.
4. Проведение научного семинара студентов и аспирантов отделения лазерных и плазменных технологий.

5. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Вид работы	**Количество часов на вид работы:**
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия ***(всего)***	64
В том числе:	
лекции	32
практические занятия	32
лабораторные занятия	0
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
зачет	-
зачет с оценкой	-
экзамены	36
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	8
Всего (часы):	**144**
Всего (зачетные единицы):	**4**

6. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

6.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	**Наименование раздела / темы дисциплины**	**Виды учебной работы**				
		Лек	**Пр**	**Лаб**	**Внеауд**	**СРО**
1-5	1.Равновесная статистическая физика	10	10	-	-	2
6-11	2.Статистика частиц	10	10	-	-	2
12-16	3.Статистическая физика твердого тела	12	12	-	-	4
	Итого за семестр:	32	32	-	-	8

Прим.: Лек – лекции, Пр – практические занятия / семинары, Лаб – лабораторные занятия, Внеауд – внеаудиторная контактная работа, СРО – самостоятельная работа.

6.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1	**Равновесная статистическая физика**	Биномиальное распределение, распределение Пуассона. Распределение Гаусса, логнормальное распределение. Фазовое пространство, фазовые траектории. Среднее по времени и среднее по ансамблю значение энергии статистической системы, эргодическая теорема. Микроканонический, канонический и большой канонический ансамбли. Статистический вес. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма. Обоснование 2-го и 3-го начал термодинамики. Энтропия, связь с каноническим распределением, статистический смысл. Статистическое обоснование и вычисление термодинамических функций. Флуктуации энергии канонического ансамбля.
2	**Статистика частиц**	Распределение Больцмана. Распределение Бозе-Эйнштейна. Распределение Ферми-Дирака. Квантовая запутанность и квантовая телепортация. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Распределение Максвелла-Больцмана.
3	**Статистическая физика твердого тела**	Типы возбуждений в кристаллах, квазичастицы. Колебания кристаллической решётки. Фононы оптические и акустические. Теплоёмкость кристаллической решётки: теория Эйнштейна, закон Дюлонга и Пти. Теплоёмкость кристаллической решётки: теория Дебая. Связь характеристических частот и температур Эйнштейна и Дебая. Свободная энергия кристалла в гармоническом приближении. Уравнение Ми-Грюнайзена. Уравнение Грюнайзена. Энергия Ферми, теплоемкость вырожденного электронного газа. Плазмоны.

Практические/семинарские занятия

№	Наименование раздела /темы дисциплины	Содержание
	Название раздела	
1	**Равновесная**	Биномиальное распределение, распределение Пуассона.

	статистическая физика	Распределение Гаусса, логнормальное распределение. Микроканонический, канонический и большой канонический ансамбли. Статистический вес. Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма. Энтропия, связь с каноническим распределением, статистический смысл. Статистическое обоснование и вычисление термодинамических функций. Флуктуации энергии канонического ансамбля.
2	**Статистика частиц**	Распределение Больцмана, Бозе-Эйнштейна., Ферми-Дирака. Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы. Распределение Максвелла-Больцмана.
3	**Статистическая физика твердого тела**	Теплоёмкость кристаллической решётки: теория Дебая. Связь характеристических частот и температур Эйнштейна и Дебая. Уравнение Ми-Грюнайзена. Уравнение Грюнайзена. Энергия Ферми, теплоемкость вырожденного электронного газа.

7. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1. Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета http://lib.mexmat.ru
2. образовательный сайт - http://www.relativity.ru/
3. Электронный учебно-методический комплекс дисциплины «Статистическая физика», ИАТЭ НИЯУ МИФИ – отделение ЛаПлаз.

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. Степанов В.А. Статистическая физика твердого тела. Элементарные возбуждения. (конспект лекций) Учебное пособие. Обнинск: Полипринт, 2012. - 38 с.
2. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. - Статистическая физика, часть 1, т.5, 567 с.
3. Сивухин Д.В. Термодинамика и молекулярная физика. Общий курс физики. Т.2. М.: Издательство МФТИ, 2003.
4. Фейнман Р. Статистическая механика М. Мир. 1975
5. Давыдов А.С. Теория твердого тела. М. Наука. 1970.

б) дополнительная учебная литература:

1. Степанов В.А. Статистическая физика твердого тела. Фазовые переходы (конспект лекций). Учебное пособие. Обнинск: Полипринт, 2012. - 44 с.
2. Левич В.Г. Курс теоретической физики. Т. 1. М., 1969.

3. Электронная библиотека механико-математического факультета Московского государственного университета http://lib.mexmat.ru

9. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

9.1. Фейнмановские лекции по физике: Том 4. Кинетика. Теплота. Звук. [электронный ресурс]

- http://www.all-fizika.com/article/index.php?id_article=185

9.2. Статистическая механика: курс лекций [электронный ресурс] –http://padaread.com/?book=14986

9.3. Электронная библиотека «Наука и техника» - http://n-t.ru/

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮДИСЦИПЛИНЫ

При изучении раздела *Равновесная статистическая физика* **необходимо обратить внимание на вопросы**:

- Биномиальное распределение, распределение Пуассона.
- Распределение Гаусса, логнормальное распределение.
- Микроканонический, канонический и большой канонический ансамбли. Статистический вес.
- Каноническое распределение Гиббса. Статистическая сумма.
- Обоснование 2-го и 3-го начал термодинамики.
- Энтропия, связь с каноническим распределением, статистический
- обоснование и вычисление термодинамических функций.
- Флуктуации энергии канонического ансамбля.

При изучении раздела *Статистика частиц* **необходимо обратить внимание на вопросы**:

- Распределение Больцмана.
- Распределение Бозе-Эйнштейна.
- Распределение Ферми-Дирака.
- Квантовая запутанность и квантовая телепортация.
- Закон равномерного распределения энергии по степеням свободы.
- Распределение Максвелла-Больцмана.

При изучении раздела *Статистическая физика твердого тела* **необходимо обратить внимание на вопросы**:

- Типы возбуждений в кристаллах, квазичастицы.
- Колебания кристаллической решётки. Фононы оптические и акустические.
- Теплоёмкость кристаллической решётки: теория Эйнштейна, закон Дюлонга и Пти.
- Теплоёмкость кристаллической решётки: теория Дебая.
- Уравнение Ми-Грюнайзена.
- Уравнение Грюнайзена.
- Энергия Ферми, теплоемкость вырожденного электронного газа.
- Плазмоны.

11. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГОПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешенном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

1) Создание и управление классами,
2) Создание курсов,
3) Организация записи учащихся на курс,
4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
5) Публикация заданий для учеников,
6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

12.1. Перечень информационных технологий

Не требуется

12.2. Перечень программного обеспечения

Не требуется

12.3. Перечень информационных справочных систем

Не требуется

12. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГОПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Учебная аудитория для проведения учебных занятий 1-233
Специализированная мебель:
Стол преподавателя – 1 шт.;
Стол двухместный – 24 шт.;
Стул – 50 шт.;
Доска меловая – 1 шт.

13. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

13.1 Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Равновесная статистическая физика	лекция, семинары	20	Планомерная организация последовательности различных видов аудиторных занятий (лекций, практических занятий и лабораторных работ) в сочетании с внеаудиторной работой студента.

2	Статистика частиц	лекция, семинары	20	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.
3	Статистическая физика твердого тела	лекция, семинары	24	Систематические индивидуальные консультации. Стимулирование использования в процессе обучения компьютерной техники и информационных технологий.

13.2 Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки

1. Биномиальное распределение, распределение Пуассона. Распределение Гаусса, логнормальное распределение. Вычисление термодинамических функций. [1-5]
2. Распределение Больцмана и Максвелла-Больцмана. Распределение Бозе-Эйнштейна и Ферми-Дирака. [1-5]
3. Уравнение Ми-Грюнайзена. Уравнение Грюнайзена. Плазмоны. [1,6]

Контроль самостоятельной работы осуществляется в виде проверки письменных самостоятельных работ по указанным темам, а также при проведении семинарских занятий и рейтинговом контроле.

14. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦС ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а также, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае обучающийся предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для **лиц с нарушением зрения** допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний обучающихся на практических занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литера-туры и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия обучающийся может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия обучающийся должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем обучающийся в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае зачет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил:
В.А.Степанов, профессор отделения ЛаПлаз, д.ф.-м.н., доцент

Рецензент:
О.А.Плаксин, нач. отдела ГНЦ РФ-ФЭИ, д.ф.-м.н., доцент