

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Линник Оксана Владимировна  
Должность: Руководитель СФТИ НИЯУ МИФИ  
Дата подписания: 13.10.2023 14:19:27  
Уникальный программный ключ:  
d85fa2f259a0913da9b08299985891736470181f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
Снежинский физико-технический институт –  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

ул. Комсомольская, д. 8, г. Снежинск, Челябинская область, 456776  
Тел. (35146) 9-24-22, факс (35146) 9-25-26 E-mail: sfti@mephi.ru

«УТВЕРЖДАЮ»

Зам. руководителя по учебной  
и научно-методической работе  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

\_\_\_\_\_ П.О. Румянцев

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Высокоинтенсивные лазерные установки в исследованиях по физике высоких**  
**плотностей энергий**  
наименование дисциплины

Направление подготовки (специальность) 14.04.02 «Ядерная физика и технологии»

Профиль подготовки «Экспериментальная ядерная физика»

Квалификация (степень) выпускника Магистр

Форма обучения очная

г. Снежинск, 2022 г.

## **1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Целью освоения учебной дисциплины является ознакомление студентов с физическими процессами в лазерных мишенях, облучаемых мощными лазерными импульсами, методами генерации ударных волн и плотной высокотемпературной плазмы, с основами экспериментальной техники для измерения динамических и излучательных характеристик вещества.

Задача изучения дисциплины «Высокоинтенсивные лазерные установки в исследованиях по физике высоких плотностей энергий» состоит в том, чтобы научить студентов планировать постановку эксперимента:

- выбирать условия облучения мишени;
- оценивать ожидаемые параметры вещества мишени;
- подбирать адекватные способы диагностики параметров вещества;
- проводить оценку погрешности измерений.

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

Дисциплина Б1.В.ДВ.08.01 «Высокоинтенсивные лазерные установки в исследованиях по физике высоких плотностей энергий» относится к вариативной части Блока Б1 «Дисциплины (модули)» рабочего учебного плана ООП ВО по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии» и посвящен одному из важных разделов современной физики, без изучения которого невозможна качественная подготовка инженеров-физиков. Курс «Высокоинтенсивные лазерные установки в исследованиях по физике высоких плотностей энергии» изучается на втором курсе в третьем семестре обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин (практик) учебного плана: Методология научного познания (Б1.О.03), Теория прохождения заряженных частиц и гамма-квантов в веществе (Б1.О.06), Физика высокоинтенсивных процессов (Б1.В.ДВ.01.01), Методы и средства диагностики лазерной плазмы (Б1.В.ДВ.02.01).

Освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее для освоения следующих дисциплин (практик) учебного плана: Лазерные интерференционные методы для физических исследований (Б1.В.ДВ.05.01), Измерение больших скоростей движения вещества в ударно-волновых экспериментах (Б1.В.ДВ.05.02), Методы и средства измерений на стендах критических сборок и импульсных ядерных реакторах (Б1.В.ДВ.06.01), Производственная практика: научно-исследовательская работа (часть 1) (Б2.В.02(П)), Производственная практика: научно-исследовательская работа (часть 2) (Б2.В.03(П)), Производственная практика: преддипломная практика (Б2.В.04(П)).

## **3. КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Компетентностная модель соответствует требованиям ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерная физика и технологии».

В результате изучения дисциплины обучающимися должны быть освоены следующие компетенции:

ПК-3 – способен оценивать перспективы развития атомной отрасли, использовать ее современные достижения и передовые технологии в научно-исследовательской деятельности:

Знать: достижения научно-технического прогресса

Уметь: применять полученные знания к решению практических задач

Владеть: методами моделирования физических процессов

ПК-4 – способен самостоятельно выполнять экспериментальные и теоретические исследования для решения научных и производственных задач:

Знать: цели и задачи проводимых исследований, основные методы и средства проведения экспериментальных и теоретических исследований; методы и средства математической обработки результатов экспериментальных данных

Уметь: применять методы проведения экспериментов, использовать математические методы обработки результатов исследований и их обобщения, оформлять результаты научно-исследовательских работ

Владеть: навыками самостоятельного выполнения экспериментальных и теоретических исследований для решения научных и производственных задач

ПК-5 – способен проводить расчет и проектирование физических установок и приборов с использованием современных информационных технологий:

Знать: основные физические законы и стандартные прикладные пакеты, используемые при моделировании физических процессов и установок;

Уметь: применять стандартные прикладные пакеты, используемые при моделировании физических процессов и установок;

Владеть: стандартными прикладными пакетами, используемыми при моделировании физических процессов и установок

ПК-9 – способен эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок, выполнять технико-экономические расчеты:

Знать: регламент эксплуатации и ремонта современных физических установок;

Уметь: эксплуатировать, проводить испытания и ремонт современных физических установок;

Владеть: навыками эксплуатации, проведения испытаний и ремонта современных физических установок.

В результате освоения дисциплины «Высокоинтенсивные лазерные установки в исследованиях по физике высоких плотностей энергий» студенты должны:

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Семестр	Трудоем- кость, ЗЕТ	Общий объем курса, час.	Лекции, час.	Практич. занятия, час.	КСР, час.	СРС, час.	Форма контроля, экз./зачет
3	2	72	0	34	0	38	зачет

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 ЗЕТ, 72 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Текущий контроль успеваемости и (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Макс. балл за раздел *
			Лекции	Практ. занятия/ семинары	Лаб. работы			
<b>3 семестр</b>								
1	Мощные лазерные установки. Общая физическая схема генерации, усиления и фокусировки лазерного излучения	1		2			Контрольные вопросы – 3	7
2	Лазерные установки для инерциального термоядерного синтеза	2		2		Конспект – 2		
3	Лазерные установки с ультракороткой длительностью импульса	3		2		Конспект – 3		
4	Взаимодействие лазерного излучения с веществом	4		2			Контрольные вопросы – 5	6
5	Генерация и распространение ударных волн в лазерных мишенях	5		2		Конспект – 5		
6	Методы экспериментальных исследований ударной сжимаемости веществ	6		2			Контрольные вопросы – 7	6
7	Техника измерений в лазерных ударно-волновых экспериментах	7		2		Конспект – 7		
8	Взаимодействие ультракоротких лазерных импульсов с веществом	8		2			Контрольные вопросы – 9	6
9	Методы экспериментальных исследований пучков электронов и ионов	9		2		Конспект – 9		
10	Изохорический нагрев мишеней пучками быстрых заряженных частиц.	10		2			Контрольные вопросы – 11	6
11	Методы измерений в экспериментах по изохорическому нагреву	11		2		Конспект – 11		
12	Исследование динамических свойств материалов	12		2		Конспект – 12	Контрольные вопросы – 12	6
13	Излучение и поглощение плазмы	13		2				
14	Экспериментальный метод измерения росселандова пробега	14		2		Конспект – 14	Контрольные вопросы – 15	7
15	Экспериментальный метод измерения спектральных пробегов излучения	15		2		Конспект – 15		
16	Лазерное ускорение электронов	16		2			Контрольные вопросы – 17	6
17	Лазерное ускорение ионов	17		2		Конспект – 17		
Всего:				34				50
	Зачет							50
	Итого за 3 семестр:							100

## Раскрытие тем практических занятий

Тема 1. Мощные лазерные установки. Общая физическая схема генерации, усиления и фокусировки лазерного излучения.

Активные среды мощных лазерных установок. Способы накачки активной среды. Схема «задающий генератор – усилитель мощности». Пространственные фильтры. Многопроходный режим усиления. Электрооптические устройства управления лазерными пучками. Фокусировка лазерного излучения. Лучевая прочность оптических элементов. Лазерные установки «Сокол», НИКЕ, «Искра».

Тема 2. Лазерные установки для инерциального термоядерного синтеза.

Лазерная установка ОМЕГА. Схема многопучковой лазерной установки мегаджоульного уровня энергии. Ключевые оптические элементы и технологии. Проблема однородности облучения сферических мишеней. Схема облучения мишеней при прямом и непрямом обжатии термоядерных капсул. Комплекс диагностик лазерного излучения и мишени.

Тема 3. Лазерные установки с ультракороткой длительностью импульса.

Нелинейные эффекты при распространении мощных лазерных импульсов. Ограничения на усиление ультракоротких лазерных импульсов. Принцип усиления чирпированных лазерных импульсов. Стретчер и компрессор. Схема лазерной установки с усилением чирпированного импульса. Активные среды лазеров с ультракороткой длительностью импульса. Оптическое параметрическое усиление чирпированного импульса. Лазерные установки на неодимовом стекле, на кристаллах  $Ti:Sa$ . Установка «Pearl».

Тема 4. Взаимодействие лазерного излучения с веществом.

Отражение и поглощение света. Формула Френеля. Закон Бугера. Нагрев, плавление, испарение вещества. Плазмообразование. Структура и характерные параметры плазменного факела. Основные физические процессы в лазерных мишенях. Обратнотормозной механизм поглощения лазерного излучения. Электронная и лучистая теплопроводность. Генерация надтепловых электронов: резонансное поглощение лазерного излучения и вакуумный нагрев.

Тема 5. Генерация и распространение ударных волн в лазерных мишенях.

Уравнение состояния вещества при высоких давлениях. Ударная адиабата конденсированного вещества. Плоская стационарная ударная волна. Волновая и массовая скорости. Прямое и не прямое облучение мишеней. Полуэмпирические формулы для давления за фронтом ударной волны. Экспериментальные методы выравнивания освещенности мишеней. Предварительный прогрев мишеней надтепловыми электронами и жестким рентгеновским излучением.

Тема 6. Методы экспериментальных исследований ударной сжимаемости веществ.

Методы откола, отражения и торможения. Физические процессы при выходе ударной волны на свободную поверхность. Критерий полного испарения вещества при разгрузке. Свечение вещества при выходе ударной волны на свободную поверхность. Схема лазерного эксперимента с методом отражения. Требования к лазерным мишеням. Реализация метода торможения в лазерных экспериментах. Безударное ускорение плоских фольг лазерным излучением.

Тема 7. Техника измерений в лазерных ударно-волновых экспериментах.

Электронно-оптические камеры для регистрации быстропротекающих оптических явлений. Погрешность измерений волновых скоростей и точность определения параметров уравнения состояния. Лазерная интерферометрия. Рентгенографический метод определения плотности и массовой скорости.

Тема 8. Взаимодействие ультракоротких лазерных импульсов с веществом.

Классическое (обратнотормозное) поглощение лазерного излучения. Механизмы генерации горячих электронов. Эффективная температура горячих электронов. Предымпульс в лазерных установках с ультракороткой длительностью импульса и его влияние на генерацию горячих частиц. Ускорение ионов квазистационарным электростатическим полем. Ускорение электронов в кильватерной волне лазерного импульса.

Тема 9. Методы экспериментальных исследований пучков электронов и ионов.

Пояс Роговского. Магнитные спектрометры. Спектрометр с полукруговой фокусировкой. Спектрометр с магнитной линзой. Спектрометр Томсона. Времяпролетный спектрометр. Спектрометрия тормозного рентгеновского излучения.

Тема 10. Изохорический нагрев мишеней пучками быстрых заряженных частиц.

Понятие плотного теплого вещества. Общая характеристика уравнения состояния. Ударноволновое сжатие пористых материалов. Схемы экспериментов и результаты. Потери энергии и пробеги заряженных частиц в веществе. Оценка температуры квазиизохорического нагрева лазерных мишеней заряженными частицами. Пик Брэгга и эффективность нагрева.

Тема 11. Методы измерений в экспериментах по изохорическому нагреву.

Спектральная интерферометрия как способ измерения скорости адиабатической разгрузки. Измерение коэффициентов отражения плазмы в оптическом диапазоне. Пирометрия плазмы с пикосекундным временным разрешением. Измерение энергоклада в мишень по спектрам рентгеновского излучения.

Тема 12. Исследование динамических свойств материалов.

Волновые взаимодействия в твердом теле и явление откола. Деформация кристаллической решетки. Фазовые превращения. Движение свободной поверхности твердого тела при выходе ударной волны. Интерферометрические методы измерений скорости движения в лазерных экспериментах по исследованию динамической прочности материалов. Рентгенодифракционные измерения деформаций кристаллической решетки.

Тема 13. Излучение и поглощение плазмы.

Тормозное, фоторекомбинационное и линейчатое излучение. Равновесное излучение и абсолютно черное тело. Перенос излучения и лучистая теплопроводность. Эффективная температура поверхности. Локальное термодинамическое равновесие. Спектральный, росселандов и планковский пробеги излучения.

Тема 14. Экспериментальный метод измерения росселандова пробега.

Тепловая волна при лучистой теплопроводности. Хольраум (рентгеновская баня). Эффективная температура хольраума. Схема экспериментов по измерению времени теплового пробоя тонких фольг. Экспериментальные методы регистрации рентгеновского излучения с временным разрешением.

Тема 15. Экспериментальный метод измерения спектральных пробегов излучения.

Нагрев плоской фольги тепловым рентгеновским излучением хольраума. Рентгеновская спектроскопия поглощения. Характеристики источника рентгеновской подсветки. Астрофизическое применение исследований спектральных пробегов. Нагрев плоской мишени волной электронной теплопроводности при облучении ультракоротким

лазерным импульсом. Бетатронное излучение как источник подсветки в лазерных экспериментах.

Тема 16. Лазерное ускорение электронов.

Кильватерное ускорение. Ускорение электронов в режиме самомодуляции лазерного импульса. Двухстадийное ускорение электронов. Обзор последних достижений в технике лазерного ускорения электронов. Обратное комптоновское рассеяние - источник монохроматического поляризованного гамма-излучения. Применения лазерных ускорителей электронов.

Тема 17. Лазерное ускорение ионов.

Механизмы ускорения ионов. Поле пространственного заряда быстрых электронов. Радиационное давление. Влияние лазерного предимпульса. Генерация нейтронов. Применения лазерных ускорителей ионов.

## **5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При реализации различных видов учебной работы в рамках курса предусмотрено использование следующих образовательных технологий:

1. Практические занятия проводятся с применением мультимедийных средств обучения в виде презентации PowerPoint, с целью в наиболее сжатом концентрированном виде сделать обзор пройденного материала с указанием взаимосвязи между разделами дисциплины, освещением основных изученных подразделов, а также для формирования у студентов общего представления о месте дисциплины в общем перечне дисциплин ООП ВО 14.04.02 «Ядерные физика и технологии» и о формируемых этой дисциплиной компетенциях.

2. Разбор задач и поиск их решения проводится в рамках практических занятий на каждой учебной неделе и в часы, отведённые на контролирующую самостоятельную работу. Занятия проводятся в интерактивной форме общения студентов между собой при поиске метода решения поставленной задачи и оформлении решения. Преподаватель обеспечивает консультационное сопровождение процесса поиска решения.

3. Один раз в три недели преподавателем проводится текущая консультация. Вопросы можно задавать лично преподавателю в назначенное время.

## **6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ.**

Часы на самостоятельную работу распределяются равномерно на весь курс обучения. Разделы, выводимые на самостоятельное изучение в рамках практических разделов, устанавливаются преподавателем на каждой неделе, в зависимости от скорости усвоения материала студентами. Темы для самостоятельного изучения оглашаются преподавателем в конце каждого занятия и заносятся студентами в график самостоятельной работы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством ответов на контрольные вопросы.

Текущий контроль успеваемости проводится посредством проверки конспекта лекций, рубежный контроль проводится при помощи ответов на контрольные вопросы.

Зачет проводится в виде контрольного тестирования.

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

а) основная литература:

7.1 Оптические устройства измерений в физике высоких плотностей энергии [Текст]: монография / О.М. Таценко, В.Д. Селемир, А.Н. Моисеенко, А.В. Филиппов [и др.]; Под ред. В.Д. Селемира [и др.]. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2020. – 212. – ISBN 978-5-9515-0419-7 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

7.2 Кириллов, Г.А. Пособие по физике лазеров [Текст] / Г.А. Кириллов, Н.Г. Захаров; Российский федеральный ядерный центр – Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики. – 2-е изд., стереотип. – Саров: ФГУП РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2020. – 235. – ISBN 978-5-9515-0453-1 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

7.3 Фортов, В. Е. Мощные ударные волны на Земле и в космосе [Текст] / В.Е. Фортов. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2019. – 413. – ISBN 978-5-9221-1793-7 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

7.4 Физико-математические модели и методы расчета воздействия мощных лазерных и плазменных импульсов на конденсированные и газовые среды [Текст] / В.В. Кузенов [и др.]. – 2-е изд. – Москва: Издательство МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2017. – 327 с. – ISBN 978-5-7038-4697-1 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

7.5 Фортов, В.Е. Уравнения состояния вещества от идеального газа до кварк-глюонной плазмы [Текст] / В.Е. Фортов. – Москва: Физматлит, 2013; 2012. – 491 с. – ISBN 978-5-9221-1415-8 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

7.6 Фортов, В.Е. Физика высоких плотностей энергии [Электронный ресурс] [Текст]: учебное пособие / Фортов В.Е. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2013. – 712 с. – ISBN 978-5-9221-1468-4 (ЭБС «Лань»).

б) дополнительная литература:

7.7 Курс физики [Текст] / Савельев И.В. – [Б. м.]: [б. и.]. Т. 3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие / Савельев И. В. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 308 с.). – ISBN 978-5-8114-4254-6 (ЭБС «Лань»).

7.8 Курс общей физики [Текст] / Зисман Г.А., Тодес О.М. – [Б. м.]: [б. и.]. Т. 3: Оптика. Физика атомов и молекул. Физика атомного ядра и микрочастиц: учебное пособие / Зисман Г.А., Тодес О.М. – 7-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 504 с.). – ISBN 978-5-8114-4103-7 (ЭБС «Лань»).

7.9 Прохорович, Д.Е. Физика и диагностика плазменных процессов [Текст]: учеб. пособие / Д.Е. Прохорович. – Москва: Буки Веди, 2019. – 222 с. – ISBN 978-5-4465-2570-6 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

7.10 Избранные вопросы физики плазмы и её применения [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Кирнева [и др.]; ред. В.А. Курнаев. – Москва: НИЯУ МИФИ. Вып.1. – [Б. м.], 2017. – 180. – ISBN 978-5-7262-2272-1 (ЭБС НИЯУ МИФИ).

7.11 Рожанский, В.А. Теория плазмы [Электронный ресурс] [Текст]: учебное пособие / Рожанский В.А. – Санкт-Петербург: Лань, 2012. – 320 с. – ISBN 978-5-8114-1233-4 (ЭБС «Лань»).

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:  
не предусматривается.



## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Учебная аудитория для проведения занятий практического типа (л212), укомплектованная специализированной мебелью и средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории:

- Ноутбук HP;
- Проектор ACER X1260

б) Помещение для самостоятельной работы обучающихся (л318), оснащенная компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду:

- Персональный компьютер на базе Core Dual 2,4 МГц (2009 г.) – 15 шт.
- Принтер HP LJ P3005 DN (2009 г.) – 1 шт.
- Сканер HP SJ 4370 – 1 шт.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 14.04.02 «Ядерные физика и технологии», утвержденного Ученым советом НИЯУ МИФИ 27.07.2021 г., протокол № 21/11

Автор: \_\_\_\_\_ канд. физ.- мат. наук А.В. Потапов \_\_\_\_\_

Рецензент \_\_\_\_\_

Программа одобрена на заседании кафедры «Ядерной физики и спецтехнологий»  
\_\_\_\_\_ г., протокол № \_\_\_\_.

**ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Выпускающая кафедра, курирующая специальность, для которой читается данная дисциплина	Ф.И.О. заведующего данной выпускающей кафедрой	Решение заведующего выпускающей кафедрой по согласованию данной рабочей программы	Подпись заведующего выпускающей кафедрой и дата
1	2	3	4

--	--	--	--

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

на 20\_\_ /20\_\_ учебный год

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой направления подготовки  
(специальности)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2022 г. \_\_\_\_\_

**Утверждаю**

Зам. руководителя по учебной и научно-методической работе

\_\_\_\_\_ П.О. Румянцев