

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ИЯФИТ

Протокол № 01/0821-573.1

от 31.08.2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СПЕКТРОВ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.04.02 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, экс./зач./КР/КП
3	4	144	0	64	0		44	0	Э
Итого	4	144	0	64	0	0	44	0	

АННОТАЦИЯ

Базовый курс по направлению обучения студента.

Проводится изучение принятых в математической статистике основных подходов к обработке экспериментальных данных и

овладение техникой обработки данных современными компьютерными средствами.

Особое внимание уделяется методике проведения обработки экспериментальных данных с разной статистической обеспеченностью.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины МОЭС являются :

- изучение практических методов и подходов к обработке линейчатых и непрерывных спектров ионизирующих излучений для оценки физических характеристик инициирующего их излучения,

а также изучение физического процесса в целом;

- улучшения характеристик использованной в эксперименте спектрометрической аппаратуры за счет методов обработки результатов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная учебная дисциплина входит в образовательный модуль комплекса курсов по специальности. Структурное место дисциплины в ООП магистратуры приводится ниже.

Логически и содержательно – методически дисциплина является частью заключительной специализации, являющейся неотъемлемой частью знаний физика – экспериментатора в области экспериментальной ядерной физики и физики частиц.

«Входными» знаниями являются знания курсов общей физики, ядерной физики, теоретической физики, теории вероятностей, изучаемых студентом при обучении на предыдущем уровне.

Для освоения данной дисциплины необходимо предшествующее освоение курса «Методы обработки результатов измерений», продолжением которого и является настоящий курс.

3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные и(или) общепрофессиональные компетенции:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ОПК-1 [1] – Способен формулировать цели и задачи	В-ОПК-1 [1] – владеть: систематическими знаниями по направлению деятельности; углубленными знаниями по

исследования, выбирать критерии оценки, выявлять приоритеты решения задач	выбранной направленности подготовки, базовыми навыками проведения научно- исследовательских работ по предложенной теме. З-ОПК-1 [1] – знать: цели и задачи научных исследований по направлению деятельности, базовые принципы и методы их организации; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов У-ОПК-1 [1] – уметь: составлять общий план работы по заданной теме, предлагать методы исследования и способы обработки результатов, проводить исследования по согласованному с руководителем плану, представлять полученные результаты
ОПК-2 [1] – Способен применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы	В-ОПК-2 [1] – Владеть: навыками применения современных методов исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы У-ОПК-2 [1] – Уметь: применять современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы З-ОПК-2 [1] – Знать: современные методы исследования, оценивать и представлять результаты выполненной работы;
УК-1 [1] – Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	З-УК-1 [1] – Знать: методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации В-УК-1 [1] – Владеть: методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий У-УК-1 [1] – Уметь: применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации

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			
1 Разработка методов регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений; создание теоретических моделей	1 Современный ядерно-физический эксперимент, современные электронные системы сбора и	ПК-3.1 [1] - Способен работать с детекторами и физическими установками в области физики ядра	З-ПК-3.1[1] - Знать методы регистрации ионизирующих и электромагнитных излучений и методы измерения

<p>состояния вещества, взаимодействия лазерного и ионизирующего излучения с веществом; создание математических моделей, описывающих процессы в ядерных реакторах, ускорителях, коллайдерах, масс-спектрометрах; создание методов расчета разделения изотопных и молекулярных смесей; создание современных электронных устройств сбора и обработки информации, учета воздействия на эти устройства ионизирующего и электромагнитного излучений; разработка методов повышения безопасности ядерных и лазерных установок, материалов и технологий; разработка теоретических моделей прохождения излучения через вещество, воздействия ионизирующего, лазерного и электромагнитного излучений на человека и объекты окружающей среды</p>	<p>обработки данных для ядерных и физических установок математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер и их излучений</p>	<p>и элементарных частиц, над их разработкой и оптимизацией, в том числе – к работе над их модернизацией</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>количественных характеристик ядерных материалов; методы расчета современных электронных устройств, учета воздействия на эти устройства ионизирующего и электромагнитного излучения;; У-ПК-3.1[1] - Уметь планировать и организовывать современный физический эксперимент, проводить проектирование и оптимизацию детекторов и установок в области физики ядра, физики элементарных частиц и астрофизики; В-ПК-3.1[1] - Владеть методами разработки новых и модернизации существующих детекторов и установок для научно-инновационных исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц и астрофизики.</p>
<p>организационно-управленческий</p>			
<p>2 Организация работы коллектива исполнителей, принятие исполнительских решений в условиях спектра мнений, определение порядка выполнения работ; поиск оптимальных</p>	<p>2 Участие в организации, подготовке и проведении различных экспериментов по физике ядра и частиц (включая создание и использование</p>	<p>ПК-3.2 [1] - Способен формулировать исходные данные, а также выработать и обосновывать организационные решения в области проектирования ядерно-физических</p>	<p>3-ПК-3.2[1] - Знать основные методы постановки задач и организации работ в области проектирования ядерно-физических установок, методы проведения</p>

<p>решений с учетом требований качества, надежности и стоимости, а также сроков исполнения, безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды; подготовка заявок на патенты, изобретения и промышленные образцы и оценка стоимости объектов интеллектуальной деятельности; составление рефератов, написание и оформление научных статей; участие в организации семинаров, конференций; участие в организации инфраструктуры предприятий, в том числе информационной и технологической</p>	<p>детекторов элементарных частиц и излучений), в измерениях и обработке экспериментальных данных, в дискуссиях по анализу теоретических гипотез и интерпретаций экспериментов в области физики высоких энергий (в том числе - на современных коллайдерах частиц), а также во многих смежных научных направлениях</p>	<p>установок и проведения исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц, астрофизики, решать поставленные задачи с выбором необходимых физико-технических средств</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц; У-ПК-3.2[1] - Уметь решать поставленные задачи в области физики ядра, физики элементарных частиц, астрофизики с выбором необходимых физико-технических средств; В-ПК-3.2[1] - Владеть методами проведения выбора и обоснования организационных решений в области проектирования ядерно-физических установок, методами проведения исследований в области физики ядра, физики элементарных частиц</p>
<p>проектный</p>			
<p>4 Формирование целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построение структуры их взаимосвязей, выявление приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; разработка обобщенных вариантов решения проблемы, анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений в условиях</p>	<p>4 Математические модели для теоретических, экспериментальных и прикладных проектов по исследованию явлений и закономерностей в области физики ядра, частиц, плазмы, газообразного и конденсированного состояния вещества, распространения и взаимодействия излучения с объектами живой и неживой природы, включая</p>	<p>ПК-3.4 [1] - Способен к работе с современным программным обеспечением и его разработке для численных предсказаний (моделирования), обработки и анализа экспериментальных данных в области физики ядра и элементарных частиц</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-3.4[1] - Знать принципы формирования целей проекта (программы) решения задач, критериев и показателей достижения целей, построения структуры их взаимосвязей, выявления приоритетов решения задач с учетом всех аспектов деятельности; У-ПК-3.4[1] - Уметь проводить</p>

<p>многокритериальности, неопределенности, планирование реализации проекта; использование информационных технологий при разработке новых установок, материалов и изделий; разработка проектов технических условий, стандартов и технических описаний новых установок, материалов и изделий</p>	<p>экологический мониторинг окружающей среды, обеспечение безопасности гражданских объектов</p>		<p>проектирование детекторов и установок, а также, на концептуальном уровне, самих экспериментов в области физики ядра и элементарных частиц, использовать информационные технологии при разработке новых установок, материалов и изделий; В-ПК-3.4[1] - Владеть методами выполнения расчётных, проектно-конструкторских работ и обработки результатов средствами современных программных пакетов</p>
<p>производственно-технологический</p>			
<p>5 Разработка способов проведения ядерно-физических экспериментов и экспериментов в смежных областях науки и техники, способов применения ядерно-физических методик в решении технологических проблем; использование результатов проводимых исследований и разработок в технологических и производственных целях; реализация цепочки: исследование, развитие, технология, производство</p>	<p>5 Современный ядерно-физический эксперимент, современные детекторные системы и электронные системы сбора и обработки данных для ядерно-физических установок, математические модели для теоретического и экспериментального исследований фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и атомных ядер</p>	<p>ПК-10 [1] - Способен решать инженерно-физические и экономические задачи с помощью пакетов прикладных программ</p> <p><i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 40.011</p>	<p>3-ПК-10[1] - Знать основные пакеты прикладных программ для решения инженерно-физических и экономических задач ; У-ПК-10[1] - Уметь осуществлять подбор прикладных программ для решения конкретных инженерно-физических и экономических задач; В-ПК-10[1] - Владеть навыками работы с прикладными программами для решения инженерно-</p>

		физических и экономических задач
--	--	----------------------------------

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

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

№ п.п	Наименование раздела учебной дисциплины	Недели	Лекции/ Практ. (семинары) / Лабораторные работы, час.	Обязат. текущий контроль (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Индикаторы освоения компетенции
	<i>3 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	0/32/0		25	КИ-8	З-ОПК-1, У-ОПК-1, В-ОПК-1, 3-ОПК-2, У-ОПК-2, В-ОПК-2, 3-УК-1, У-УК-1, В-УК-1
2	Часть 2	9-16	0/32/0		25	КИ-16	З-ПК-10, У-ПК-10, В-ПК-10, 3-ПК-3.1, У-ПК-

							3.1, В- ПК- 3.1, 3-ПК- 3.4, У- ПК- 3.4, В- ПК- 3.4
	<i>Итого за 3 Семестр</i>		0/64/0		50		
	Контрольные мероприятия за 3 Семестр				50	Э	3- ОПК- 2, У- ОПК- 2, В- ОПК- 2, 3-ПК- 10, У- ПК- 10, В- ПК- 10, 3-ПК- 3.1, У- ПК- 3.1, В- ПК- 3.1, 3-ПК- 3.2, У- ПК- 3.2, В- ПК- 3.2, 3-ПК- 3.4, У- ПК- 3.4, В-

							ПК-3.4
--	--	--	--	--	--	--	--------

* – 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>3 Семестр</i>	0	64	0
1-8	Часть 1	0	32	0
1	Введение Определение спектра. Типичные функции отклика полупроводниковых спектрометров ионизирующих излучений.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
2	T1 Метод Монте-Карло в моделировании данных физических экспериментов.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
3	T2 Моделирование функций отклика спектрометров.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
4	T3 Численные методы поиска экстремума спектра.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
5	T4 Алгоритмы многомерного поиска экстремума спектра.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
6	T5 Сплайн-метод наименьших квадратов в задачах фильтрации экспериментальных данных.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
7	T6 Фурье-преобразование.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
8	T7 Автоматическая обработка спектров.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0

		Онлайн		
		0	0	0
9-16	Часть 2	0	32	0
9	T8 Определение параметров пиков спектров.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
10	T9 Обзор методов обработки линейчатых спектров.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
11	T10 Обработка непрерывных спектров.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
12 - 13	T11-12 Методы регуляризации системы уравнений для непрерывных спектров.	Всего аудиторных часов		
		0	8	0
		Онлайн		
14	T13 Метод статистической регуляризации.	Всего аудиторных часов		
		0	4	0
		Онлайн		
15 - 16	T14 Интегральные методы решения некорректно поставленной задачи. Подготовка к итоговой аттестации	Всего аудиторных часов		
		0	8	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

В процессе освоения курса используются:

- практические занятия курса «Методы и средства анализа многомерной информации», частично базирующегося на изучении алгоритмов обработки данных, рассматриваемых в настоящем курсе;
- самостоятельная практическая работа.

- собеседование по итогам написания ответов на контрольные вопросы (8, 16 недели).
- подготовка к итоговой аттестации (разбор заданий).

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)
ОПК-1	З-ОПК-1	КИ-8
	У-ОПК-1	КИ-8
	В-ОПК-1	КИ-8
ОПК-2	З-ОПК-2	Э, КИ-8
	У-ОПК-2	Э, КИ-8
	В-ОПК-2	Э, КИ-8
ПК-10	З-ПК-10	Э, КИ-16
	У-ПК-10	Э, КИ-16
	В-ПК-10	Э, КИ-16
ПК-3.1	З-ПК-3.1	Э, КИ-16
	У-ПК-3.1	Э, КИ-16
	В-ПК-3.1	Э, КИ-16
ПК-3.2	З-ПК-3.2	Э
	В-ПК-3.2	Э
	У-ПК-3.2	Э
ПК-3.4	З-ПК-3.4	Э, КИ-16
	У-ПК-3.4	Э, КИ-16
	В-ПК-3.4	Э, КИ-16
УК-1	З-УК-1	КИ-8
	В-УК-1	КИ-8
	У-УК-1	КИ-8

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»	В	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		С	
70-74		Д	
65-69	3 – «удовлетворительно»	Е	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»	Ф	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 К84 Assessment of Autism Spectrum Disorder : Critical Issues in Clinical, Forensic and School Settings, Cham: Springer International Publishing, 2016
2. ЭИ N76 Nonautonomous Linear Hamiltonian Systems: Oscillation, Spectral Theory and Control : , Cham: Springer International Publishing, 2016
3. 539.1 Б73 Практикум по методам обработки и моделирования в современных экспериментах по физике высоких энергий : учебное пособие для вузов, А. А. Богданов, К. О. Лапидус, С. Л. Тимошенко, Москва: МИФИ, 2008
4. 519 С12 Метод Монте-Карло : учебное пособие для вузов, Т. И. Савелова, Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. 55 Т76 Современные методы и алгоритмы обработки и анализа комплекса космической, геолого-геофизической и геохимической информации для прогноза углеводородного потенциала неизученных участков недр : , Москва: Физматлит, 2012

2. 539.1 В24 Введение в физику тяжелых ионов : учебное пособие для вузов, ред. : Ю. Ц. Оганесян, Москва: МИФИ, 2008

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

<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

Указания для изучения ключевых тем:

- Введение

Обратить внимание на физические и методические причины формирования линейчатых и непрерывных спектров ионизирующих излучений, дабы не утратить физическую цель обработки за математической техникой.

- Метод Монте-Карло

В качестве одного из ключевых пунктов раздела зафиксировать вероятностный характер оценок, получаемых методом Монте-Карло. В примерах моделирования естественных процессов (например, прохождения излучения через вещество) отследить связь модели с физикой реальных процессов.

-Численные методы поиска экстремума

Обратить внимание на постановку задачи – почему возникает необходимость привлечения численных методов минимизации при наличии хорошо известных аналитических. Зафиксировать все возможные случаи завершения работы программы минимизации и приемы выявления локальных минимумов анализируемой функции – техника минимизации универсальна и востребована в самых разных предметных областях.

- Сплайн-метод наименьших квадратов

Чем обеспечивается универсальность сплайн-МНК в интерполяции данных (столь универсальное «оружие» заслуживает повышенного внимания)? В порядке упражнения, воспроизвести вывод условий, при которых целевая функция в МНК распределена по хи-

квадрат. На этой базе - что есть критерий качества аппроксимации? Задачи, «патологические» для конкретного метода минимизации – что это и как бороться.

-Дискретное преобразование Фурье

Проблема наложения частот при использовании дискретного Фурье преобразования в обработке реальных данных (например, восстановление линейчатых спектров, искаженных вследствие наложений) – где стелить «соломку».

-Обработка линейчатых спектров

Алгоритм сглаживания спектра с применением сплайн-МНК с регулируемой кривизной аппроксиматора – универсальность инструмента возросла, пропорционально должно возрасти к этому внимание.

-Обработка непрерывных спектров

Задача восстановления спектра с получением уравнения Фредгольма 1-го рода на примере задачи гамма - спектрометрии. В этом разделе как нигде актуально не потерять физическую цель за формальными процедурами. Формальные и информационные причины неустойчивости обратной задачи для уравнения Фредгольма 1-го рода – еще один пункт, где важно "не потерять лес за деревьями". Прокомментировать вид регуляризирующего оператора по Тихонову с позиций «здорового смысла» . Последствия некорректного учета погрешностей исходного спектра при поиске устойчивого решения уравнения Фредгольма имеют большую цену.

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Общие указания:

1. В начале вводного занятия разъяснить условия обучения, т.е. меры поощрения и порицания, которые могут быть применены в ходе изучения курса, а также план практических и самостоятельных занятий.

2. Предупредить о порядке промежуточной и итоговой проверки знаний и о порядке проведения итогового аттестационного мероприятия (экзамена).

3. Проинформировать о сайте с материалами по данному курсу, как ресурсу для самоподготовки и связи с преподавателем.

4. Проинформировать о необходимости выполнения внеаудиторной самостоятельной работы (работа с литературными источниками).

Автор(ы):

Пятков Юрий Васильевич, д.ф.-м.н., профессор

Рецензент(ы):

Колдашов С.В., с.н.с. каф.7