

ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ
КАФЕДРА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ МЕТОДОВ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ

ОДОБРЕНО УМС ТФ НИЯУ МИФИ

Протокол № 6

от 23.12.2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
ИСТОЧНИКИ ЯДЕРНЫХ ИЗЛУЧЕНИЙ

Направление подготовки
(специальность)

[1] 14.03.02 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, экз./зач./КР/КП
7	2	72	32	0	0		32	8	3
Итого	2	72	32	0	0	0	32	8	

АННОТАЦИЯ

Дисциплина посвящена изучению особенностей и основных характеристик источников ядерных ионизирующих излучений как инструментов исследования ядра атомов, а также знакомству с современными наземными ускорительными экспериментами на пучках ЯИИ.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения учебной дисциплины являются:

изучение особенностей и основных характеристик источников ионизирующих излучений как инструментов исследования ядра атомов;

знакомство с современными наземными ускорительными экспериментами на пучках.

Особенности использования различных пучков иллюстрируются примерами реальных экспериментов.

2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

Данная дисциплина является одной из заключительных в области экспериментальной ядерной физик и физики частиц.

Для ее изучения необходимыми знаниями являются знания общей физики, ядерной физики, теоретической физики, электротехники, электроники.

Для освоения данной дисциплины необходимо предшествующее освоение разделов общей физики: электричества и магнетизма, атомной физики; освоение разделов ядерной физики, классической и квантовой механики и электродинамики, основ электротехники и электроники.

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 опыта)	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
научно-исследовательский			
Получение знаний в области радиационной экологии, воздействия	Элементарные частицы, детекторы	ПК-3 [1] - Способен проводить физические эксперименты по	З-ПК-3[1] - знать основные физические законы и методы

радиации, физики элементарных частиц и космологии, описание явлений в данной области.	элементарных частиц, ускорители элементарных частиц, источники излучения	заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	обработки данных ; У-ПК-3[1] - уметь работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций; В-ПК-3[1] - владеть навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией
проектный			
Участие в формировании целей проекта, решения задач, критериев и показателей достижения целей, в построении структуры их взаимосвязей, выявлении приоритетов решения задач с учетом аспектов деятельности	Ускорители заряженных частиц, детекторы, ядерные реакторы, энергетические установки, системы обеспечения безопасности	ПК-4 [1] - Способен к расчету и проектированию элементов систем в соответствии с техническим заданием, требованиями безопасности и принципами CDIO <i>Основание:</i> Профессиональный стандарт: 24.078	3-ПК-4[1] - знать типовые методики планирования и проектирования систем ; У-ПК-4[1] - уметь использовать стандартные средства автоматизации проектирования;; В-ПК-4[1] - владеть методами расчета и проектирования деталей и узлов приборов и установок в соответствии с техническим заданием , требованиями безопасности и принципами CDIO

4. ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование культуры ядерной безопасности (B24)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и

		коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных
--	--	---

		систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственности за обеспечение кибербезопасности объектов атомной отрасли (В25)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов.

		4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
Профессиональное воспитание	Создание условий, обеспечивающих, формирование ответственной экологической позиции (B26)	1.Использование воспитательного потенциала блока профессиональных дисциплин для формирования чувства личной ответственности за соблюдение ядерной и радиационной безопасности, а также соблюдение государственных и коммерческих тайн. 2.Использование воспитательного потенциала содержания учебных дисциплин «Актуальные проблемы эксплуатации АЭС», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике», «Системы радиационного контроля» для формирования личной ответственности за соблюдение экологической и радиационной безопасности посредством изучения основополагающих документов по культуре ядерной безопасности, разработанных МАГАТЭ и российскими регулирующими органами, норм и правил обращения с радиоактивными отходами и ядерными материалами. 3.Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин «Контроль и диагностика ядерных энергетических установок», «Надежность оборудования атомных реакторов и управление риском», «Безопасность ядерного топливного цикла», «Ядерные технологии и экология топливного цикла» для формирования личной ответственности за соблюдение и обеспечение

		кибербезопасности и информационной безопасности объектов атомной отрасли через изучение вопросов организации информационной безопасности на объектах атомной отрасли, основных принципов построения системы АСУТП ядерных объектов, методов защиты и хранения информации, принципов построения глубокоэшелонированной и гибкой системы безопасности ядерно-физических объектов. 4.Использование воспитательного потенциала содержания блока дисциплин «Экология», «Системы радиационного контроля», «Основы экологической безопасности в ядерной энергетике» для формирования ответственной экологической позиции посредством изучения вопросов обеспечения такого уровня безопасности АЭС, при котором воздействие на окружающую среду, обеспечивает сохранение природных систем, поддержание их целостности и жизнеобеспечивающих функций, через рассмотрение вопросов радиационного контроля при захоронении и переработки ядерных отходов, вопросов замыкания ядерного топливного цикла.
--	--	--

5. 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>7 Семестр</i>						
1	Часть 1	1-8	16/0/0		25	КИ-8	З-ПК-3, У-ПК-3, З-ПК-

							4
2	Часть 2	9-16	16/0/0		25	КИ-16	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-4
	<i>Итого за 7 Семестр</i>		32/0/0		50		
	Контрольные мероприятия за 7 Семестр				50	3	3-ПК-3, У-ПК-3, В-ПК-3, 3-ПК-4, У-ПК-4, В-ПК-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
З	Зачет

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Недели	Темы занятий / Содержание	Лек., час.	Пр./сем., час.	Лаб., час.
	<i>7 Семестр</i>	32	0	0
1-8	Часть 1	16	0	0
1 - 2	Тема1 Введение Введение - место курса в профессиональной подготовке инженера-физика. Постановка основных физических и прикладных задач, обсуждаемых в курсе. Источники ионизирующих излучений как инструмент и объект исследования. Общая характеристика источников заряженных частиц, гамма-квантов, нейтронов.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

2 - 3	Тема2 Современные тенденции Современные тенденции развития физики тяжелых ионов и требования к источникам тяжелых ионов. Ускорительные комплексы тяжелых ионов ОИЯИ, GSI (ФРГ), GANIL (Франция). Характеристики пучков и особенности их использования, перспективы развития и совершенствования, типичные эксперименты на примере 4пи-спектрометра “Фобос”.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
4 - 5	Тема3 Источники гамма-квантов Интенсивные источники гамма-излучения - спектральные и пространственно-временные характеристики излучения. Особенности постановки экспериментов на примере исследований фотоделения. Прикладные исследования с использованием синхротронного излучения.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
5 - 7	Тема4 Классификация НИ Классификация нейтронных источников. Исследовательские ядерные реакторы на медленных и быстрых нейтронах, импульсные реакторы. Вывод и формирование нейтронных пучков. Фильтры, селекторы, монохроматоры. Организация опытов на пучках тепловых нейтронов на примере	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
7 - 9	Тема5 Источники нейтронов Источники нейтронов на основе ускорителей заряженных частиц. Плазменные и портативные источники нейтронов.9 неделя Особенности экспериментов на пучках быстрых нейтронов, и заряженных частиц - исследования	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
9-16	Часть 2	16	0	0
9 - 10	Тема6 Особенности экспериментов Особенности экспериментов на пучках быстрых нейтронов, и заряженных частиц - исследования формы барьера деления тяжелых ядер.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
10 - 11	Тема7 Типы АЭС Типы энергетических ядерных реакторов на АЭС. Делящиеся материалы. Нейтронный цикл в тепловом реакторе. Коэффициент размножения и формула 4-х сомножителей, гомогенный и гетерогенный реактор.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
11 - 12	Тема8 Физпроцессы в ЯР Физические процессы в ядерных реакторах. Критичность. Реактивность. Выгорание топлива. Воспроизводство вторичного топлива. Пространственно-временное энергетическое распределение нейтронов в активной зоне. Основные нейтронные реакции: (n,), (n, f), (n, 2n).	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
12 - 14	Тема9 Топливо ЯР Алгоритмы накопления актинидов и продуктов деления в топливе сложного состава. Степень изученности схем распада ядер - продуктов деления. Энергия распада и генетические связи нуклидов в цепочках радиоактивных превращений.	Всего аудиторных часов		
		4	0	0
		Онлайн		
14 - 15	Тема10 Библиотеки ядерных данных Библиотеки ядерных данных по продуктам деления. Основные интегральные радиационные характеристики смеси продуктов деления. Ядерный реактор как	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
		0	0	0

	источник антинейтрино.			
15 - 16	Тема11 Характеристика источников фона Характеристика источников фонового излучения, обусловленного активацией в реакторных, ускорительных и космических экспериментах. Основы каскадной модели ядерных реакций.	Всего аудиторных часов		
		2	0	0
		Онлайн		
16	Итоговое занятие Подведение итогов работы	Всего аудиторных часов		
		2	0	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

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В процессе освоения курса помимо собственно лекций используются:
оперативное решение студентами качественных задач по ходу лекции с последующим обсуждением;

собеседование по итогам написания промежуточной письменной контрольной работы.

Предусматривается поездка в ОИЯИ (г. Дубна) с целью ознакомления с введением в действия ускорительного проекта «НИКА».

7. 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-3	З-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-3	З, КИ-8, КИ-16
	В-ПК-3	З, КИ-16
ПК-4	З-ПК-4	З, КИ-8, КИ-16
	У-ПК-4	З, КИ-16

	В-ПК-4	3, КИ-16
--	--------	----------

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.

Оценочные средства приведены в Приложении.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Б 42 Атомная и ядерная физика: радиоактивность и ионизирующие излучения : учебник для вузов, Москва: Юрайт, 2022
2. 005 И98 Презентация как средство представления проекта : , Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. ЭИ Э 41 Экспериментальная ядерная физика Т. 1 Физика атомного ядра, : , 2022
4. ЭИ Б 42 Ядерные технологии : учебник для вузов, Москва: Юрайт, 2022
5. 539.1 X19 Избранные вопросы теории ядра Ч.2 Аналитическая структура амплитуд рассеяния, , Москва: НИЯУ МИФИ, 2011

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. ЭИ Е56 English-russian dictionary for nuclear english : англо-русский словарь с дефинициями к учебнику Сержа Горлина "Nuclear english", Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
2. 8(Англ) Е56 English-russian dictionary for nuclear english : англо-русский словарь с дефинициями к учебнику Сержа Горлина "Nuclear english", Москва: НИЯУ МИФИ, 2013
3. 662 П77 Взрывы и волны. Взрывные источники электромагнитного излучения радиочастотного диапазона : учебное пособие для вузов, Москва: Бинوم. Лаборатория знаний, 2011
4. ЭИ Ш 72 Физика ядерных реакторов: потенциал гибридных наработчиков топлива : учебное пособие для вузов, Москва: Юрайт, 2021

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Специальное программное обеспечение не требуется

LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

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

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

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Специальное материально-техническое обеспечение не требуется

10. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Тема 1. Введение

Имея в виду, что источник излучения является неотъемлемой составляющей ядерно-физического эксперимента, постараться составить впечатление о диапазоне возможностей, предоставляемом для исследований современными источниками. Следует обратить внимание

на не тривиальность согласования пары источник - экспериментальная установка при планировании конкретного эксперимента.

Тема 2. Ускорители заряженных частиц

Разные типы ускорителей излагаются в единой информационной сетке: физические основы функционирования, техническое устройство, типичные и ожидаемые параметры, характерные задачи, решаемые на соответствующем пучке. Четкое структурирование материала должно сохраниться и у слушателя.

Тема 3. Ускорители заряженных частиц как импульсные источники нейтронов.

В этой теме основное внимание следует уделить физическим и техническим аспектам конверсии энергии пучка заряженных частиц в нейтроны.

Тема 4. Ядерные реакторы как источники нейтронов

Базой для успешного овладения темой является четкое понимание основных положений физики реакторов на медленных и быстрых нейтронах. Поскольку рассматриваются только исследовательские реакторы, особое внимание следует уделить вопросам вывода и формирования нейтронных пучков.

Тема 5. Источники гамма и рентгеновского излучения

Обратить внимание на многочисленные применения синхротронного излучения (СИ) в нанотехнологиях и уяснить причины такой востребованности. В качестве популярных областей использования рентгеновского излучения рассматриваются: элементный анализ, тонкие химические исследования, рентгеноструктурный анализ – в каждом из этих применений важно понимать его физическую основу.

11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

Тема 1. Введение

С учетом того, что курс является одним из завершающих, уместно обсудить, в порядке обзора, общую схему ядерно-физического эксперимента с выделением роли источника излучения в этой схеме. На примерах нескольких конкретных задач продемонстрировать разнообразие, а часто и противоречивость требований, предъявляемых к источнику со стороны эксперимента.

Тема 2. Ускорители заряженных частиц

Представляется естественным последовательное изложение схем ускорения так как они де-факто исторически возникали в порядке удовлетворения запроса эксперимента на рост энергии и тока пучков, а также расширения их номенклатуры. Разные типы ускорителей рассматриваются в единой информационной сетке: физические основы функционирования, техническое устройство, типичные и ожидаемые параметры, характерные задачи, решаемые на соответствующем пучке.

Тема 3. Ускорители заряженных частиц как импульсные источники нейтронов.

Основное внимание стоит уделить физическим и техническим аспектам конверсии энергии пучка заряженных частиц в нейтроны.

Тема 4. Ядерные реакторы как источники нейтронов

В качестве введения в тему необходимо обсудить основные понятия физики реакторов на медленных и быстрых нейтронах. Поскольку рассматриваются только исследовательские реакторы, особое внимание следует уделить вопросам вывода и формирования нейтронных пучков.

Тема 5. Источники гамма и рентгеновского излучения

При обсуждении такого современного и востребованного широкополосного источника как синхротронное излучение (СИ), обратить внимание слушателей на его многочисленные применения в нанотехнологиях. В свою очередь, в качестве популярных областей использования рентгеновского излучения рассматриваются: элементный анализ, тонкие химические исследования, рентгеноструктурный анализ.

Автор(ы):

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

Рецензент(ы):

Борог В.В, проф.каф.7