

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
ядерной физики

/Кадменский С.Г./
29.06.2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.01.01 Физика нейтронов

1. Шифр и наименование направления:

14.04.02 Ядерная физика и технологии

2. Направленность (профиль) программы:

Физика атомного ядра и частиц

3. Квалификация выпускника: магистр

4. Форма обучения: очная

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:

кафедра ядерной физики

6. Составители программы:

к.ф.- м.н., доцент Долгополов Михаил Анатольевич

7. Рекомендована:

Научно-методическим советом физического факультета, протокол № 6 от
27.06.2018

8. Учебный год: 2018/2019

Семестр: 1

9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью курса является изучение процессов взаимодействия нейтронов с атомными ядрами, роли нейтронов в осуществлении цепной реакции деления, изучению процессов генерации и распространения нейтронов. Основная задача курса - дать основы понимания процессов происходящих при взаимодействии нейтронов с атомными ядрами и возможности практического использования этих процессов. В результате изучения дисциплины студент должен:

знать: основные закономерности процессов генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами;

уметь: описывать эти процессы, владеть основными методами описания и характеристиками нейтронных полей.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Блок 1. Вариативная часть. Дисциплина по выбору.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-3	Использование фундаментальных законов в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей, творческого самовыражения.	<p>Знать основные закономерности процессов генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами.</p> <p>Уметь рассчитывать характеристики генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами.</p> <p>Владеть основными методами описания характеристик нейтронных полей</p>
ПК-7	Оценка риска и определение мер безопасности для новых установок и технологий, составление и анализ сценариев потенциально возможных аварий, разработка методов уменьшения риска их возникновения.	<p>Знать основы диффузии нейтронов, пространственного распределения замедляющихся нейтронов</p> <p>Уметь проводить оценку риска для ядерных установок, связанных с пространственным распределением нейтронов в среде</p> <p>Владеть методами расчета нейтронных полей с целью уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час — 4/144.

Форма промежуточной аттестации – экзамен

13. Виды учебной работы:

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)		
	Всего	В том числе в интерактивной форме	По семестрам
			1 сем
Аудиторные занятия	32		32
в том числе:			
лекции	16		16
практические	16		16
лабораторные			
Самостоятельная работа	76		76
Контроль	36		36
Итого:	144		144
Форма промежуточной аттестации	<i>Экзамен</i>		<i>Экзамен</i>

13.1. Содержание разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1	Взаимодействие нейтронов с атомными ядрами.	Характеристики нейтронов и ядер. Возбужденные состояния ядер. Виды взаимодействия нейтронов с ядрами. Способы распада компаунд-ядра. Свойства нейтронов различных энергий. Резонансы. Нейтронные сечения.
2	Ядерные реакции с нейтронами.	Радиационный захват нейтрона, упругое и неупругое рассеяние, деление тяжелых ядер.
3	Нейтронное поле.	Основная задача физики нейтронов применительно к ядерной энергетике.
4	Замедление нейтронов.	Упругое рассеяние и замедление. Замедление в непоглощающих средах. Замедление в поглощающих средах. Эффективный резонансный интеграл.
5	Диффузия нейтронов.	Закон Фика. Диффузионное уравнение и длина диффузии. Альbedo.
6	Пространственное распределение замедляющихся нейтронов	Модель непрерывного замедления. Уравнение возраста при отсутствии поглощения и примеры его решения. Миграция. Распределение тепловых нейтронов при заданном распределении источника быстрых нейтронов. Уравнение возраста при учете поглощения в среде.
7	Групповое описание нейтронного поля.	Групповое описание нейтронного поля
8-9	Источники нейтронов, регистрация нейтронов.	Источники нейтронов, регистрация нейтронов.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий (часов)					Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль.	
1	Взаимодействие нейтронов с атомными ядрами.	2	2		8	4	16
2	Ядерные реакции с нейтронами.	3	3		12	6	24
3	Нейтронное поле	2	1		8	4	15
4	Замедление нейтронов.	2	2		13	4	21
5	Диффузия нейтронов.	2	2		13	4	21
6	Пространственное распределение замедляющихся нейтронов	2	2		5	4	13
7	Групповое описание нейтронного поля.	2	3		5	4	14
8-9	Источники нейтронов, регистрация нейтронов.	1	1		12	6	22
	Итого	16	16		76	36	144

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изложение материала преподавателем необходимо вести в форме, доступной для понимания. Для улучшения усвоения учебного материала необходимо применять традиционные и современные технические средства обучения. Для самостоятельного изучения отведено время на все разделы курса.

Студентам на лекциях необходимо вести подробный конспект и стараться понять материал курса, не стесняться задавать преподавателю вопросы для углубленного понимания конкретных проблем курса. Для самостоятельного изучения разделов курса, рекомендованных преподавателем, необходимо пользоваться основной и дополнительной литературой, интернет-ресурсами.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины:

а) основная литература

№ п/п	Источник
1	Игнатович В.К. Нейтронная оптика. М.: Физматлит, 2006. 336с. https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book_red&id=76684&sr=1
2	Михайлов М.А. Ядерная физика и физика элементарных частиц. Ч.1. Ядерная физика. М.: Прометей, 2011. 94с.

	https://biblioclub.lib.vsu.ru/index.php?page=book_red&id=108075&sr=1
3	З. Алексеев П.А., Менушенков А.П. Нейтронные методы в физике конденсированного состояния: учебное пособие для вузов НИЯУ МИФИ, 2012. 164с. https://lanbook.lib.vsu.ru/books/element.php?pl1_id=75924
4	Федоров В.Ф. Динамическая дифракция и оптика нейтронов в нецентросимметричных кристаллах. Поиск ЭДМ нейтрона: новые возможности: учебное пособие/ В.Ф. Федоров, В.В. Воронин. – С.- Пб.: Изд-во ПИЯФ, 2004. – 118 с. (2 экз)
5	Федоров В.В. Нейтронная физика. учебное пособие / В.В. Федоров. – С.- Пб.: Изд-во ПИЯФ, 2004. – 334 с. (10 экз)
6	Стогов Ю.В. Основы нейтронной физики. /Ю,В.Стогов - М.: МИФИ, 2008- - 204с. (нет)
7	Кадилин В.В., Рябева Е.В., Самосадный В.Т. Прикладная нейтронная физика./В.В.Кадилин и др. – М.: НИЯУ МИФИ, 2011. – 124 с. . (нет)
8	Федоренко Б.С. Радиобиологические эффекты корпускулярных излучений. Радиационная безопасность космических полетов / Б.С. Федоренко ; Рос. акад. наук, Ин-т мед.-биол. проблем; под ред. В.В. Шиходырова .— М. : Наука, 2006 .— 188 с. (1)

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
9	Кураченко Ю.А. Основы теории переноса излучений/ Ю.А. Кураченко: Обнин. Ин-т атомной энергетики. Физ.-энергет. ф-т.– Обнинск. 1994.– 72 с.
10	Пасечник, Митрофан Васильевич. Вопросы нейтронной физики средних энергий / М.В. Пасечник ; АН УССР .— Киев : Изд-во АН УССР, 1962 .— 335,[1] с.
11	Гуревич И. И. Нейтронная физика: учеб. пособие для студ.вузов, обуч-ся по напр. "Физика" и спец. "Ядерная физика"и "Атомные электростанции и установки" .— М. : Энергоатомиздат, 1997 .— 415,[1] с.
12	Климов А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы/ А.Н. Климов.– М.: Энергоатомиздат, 1985. - 350 с.
13	Пасечник М. В. Нейтронная физика (средние энергии) / М.В. Пасечник . — Киев : Наукова думка, 1969.
14	Бекурц К. Нейтронная физика / К. Бекурц, К. Виртц. — М. : Атомиздат, 1968 .
15	Владимиров В.И. Практические задачи по эксплуатации ядерных реакторов / В. И. Владимиров.–М. : Энергоатомиздат, 1986.
16	Климов, Аполлон Николаевич. Ядерная физика и ядерные реакторы : Учебник для студ. инж.-физ. спец. вузов / А. Н. Климов .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1985 .— 350 с.
17	Жуковский В.М. Радиоактивность и радиационная безопасность: общедоступные лекции для студентов, журналистов, чиновников и избранных народа всех уровней/ В.М. Жуковский ; Урал. гос. ун-т им. А.М.Горького ; науч. ред. Г.П. Швейкин .— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2004 .— 293 с. : ил .— Библиогр.: с.285-288 (1)
18	Абакумов А. А. Применение ядерных излучений в измерительной технике и основы ядерной энергетики : учеб. пособие по применению ядерной энергии в народном хозяйстве. Ч.1 / А. А. Абакумов . — Л. : Б.и., 1965 . (1)
19	Бать Г. А. Исследовательские ядерные реакторы : учеб. пособие для инженерно-физических специальностей вузов] / Г. А. Бать, А. С. Коченов, Л. П. Кабанов .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1985.(2)
20	Манохин В.Н. Физико-технические основы ядерной энергетики : учеб. пособ. по курсу "Ядерные энергетические установки" / В.Н. Манохин. — Обнинск : Б.и., 1993 . (3)
21	Федоров В.Ф. Динамическая дифракция и оптика нейтронов в нецентросимметричных кристаллах. Поиск ЭДМ нейтрона: новые возможности: учебное пособие/ В.Ф. Федоров, В.В. Воронин. – С.- Пб.: Изд-во ПИЯФ, 2004. – 118 с. (2 экз)

№ п/п	Источник
9	Кураченко Ю.А. Основы теории переноса излучений/ Ю.А. Кураченко: Обнин. Ин-т атомной энергетики. Физ.-энергет. ф-т.– Обнинск. 1994.– 72 с.
10	Пасечник, Митрофан Васильевич. Вопросы нейтронной физики средних энергий / М.В. Пасечник ; АН УССР .— Киев : Изд-во АН УССР, 1962 .— 335,[1] с.
11	Гуревич И. И. Нейтронная физика: учеб. пособие для студ.вузов, обуч-ся по напр. "Физика" и спец. "Ядерная физика"и "Атомные электростанции и установки" .— М. : Энергоатомиздат, 1997 .— 415,[1] с.
22	Абакумов А. А. Применение ядерных излучений в измерительной технике и основы ядерной энергетики : учеб. пособие по применению ядерной энергии в народном хозяйстве. Ч.1 / А. А. Абакумов . — Л. : Б.и., 1965 . (1)
23	Климов, Аполлон Николаевич. Ядерная физика и ядерные реакторы : Учебник для студ. инж.-физ. спец. вузов / А. Н. Климов .— 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Энергоатомиздат, 1985 .— 350 с.
24	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 14.04.02. Ядерная физика и технологии, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
25	www.lib.vsu.ru – ЗНБ ВГУ.
26	Физические основы использования ядерной энергетики http://molphys.ustu.ru/Study/Atom/cap1.html

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов направления 14.04.02. Ядерная физика и технологии, - Вахтель В.М., Титова Л.В. – ВГУ. 2018. – 17 с.

17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

Microsoft Imagine, LibreOffice, Adobe Reader, Mozilla Firefox

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория им. Л.Н. Сухотина (для проведения занятий лекционного и семинарского типов, текущего контроля и промежуточной аттестации)	Специализированная мебель, ноутбук HP Pavilion Dv9000, проектор BenQ MP515 ST, переносной экран на штативе SceenMedia Apilo-T
Компьютерный класс, аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, помещение для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютеры (системные блоки Intel Pentium-IV, мониторы LG FLATRON L17428-8F) (30 шт.) с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

19. Фонд оценочных средств:

19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции и (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
<p>ПК-3</p> <p>Использование фундаментальных законов в области физики атомного ядра и частиц, ядерных реакторов, конденсированного состояния вещества, экологии в объеме, достаточном для самостоятельного комбинирования и синтеза реальных идей, творческого самовыражения.</p>	<p>Знать основные закономерности процессов генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами.</p> <p>Уметь рассчитывать характеристики генерации, распространения нейтронов, а также взаимодействия нейтронов с атомными ядрами.</p> <p>Владеть основными методами описания характеристик нейтронных полей</p>		
<p>ПК-7</p> <p>Оценка риска и определение мер безопасности для новых установок и технологий, составление и анализ сценариев потенциально возможных аварий, разработка методов уменьшения риска их возникновения.</p>	<p>Знать основы диффузии нейтронов, пространственного распределения замедляющихся нейтронов</p> <p>Уметь проводить оценку риска для ядерных установок, связанных с пространственным распределением нейтронов в среде</p> <p>Владеть методами расчета нейтронных полей с целью уменьшения риска возникновения аварийных ситуаций.</p>	1-9	Контрольные работы, собеседование
Экзамен			Пункт 19.3.1

19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области физики нейтронов.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки..	–	<i>Неудовлетворительно</i>

19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

19.3.1 Перечень вопросов к экзамену:

1. Характеристики нейтронов и ядер.
2. Возбужденные состояния ядер.
3. Виды взаимодействия нейтронов с ядрами.
4. Способы распада компаунд-ядра.
5. Свойства нейтронов различных энергий.
6. Резонансы.
7. Нейтронные сечения.
8. Радиационный захват нейтрона, упругое и неупругое рассеяние, деление тяжелых ядер.
9. Основная задача физики нейтронов применительно к ядерной энергетике.
10. Упругое рассеяние и замедление.
11. Замедление в поглощающих средах.

12. Замедление в поглощающих средах.
13. Эффективный резонансный интеграл.
14. Закон Фика.
15. Диффузионное уравнение и длина диффузии.
16. Альbedo.
17. Модель непрерывного замедления.
18. Уравнение возраста при отсутствии поглощения и примеры его решения.
19. Миграция.
20. Распределение тепловых нейтронов при заданном распределении источника быстрых нейтронов.
21. Уравнение возраста при учете поглощения в среде.
22. Групповое описание нейтронного поля.
23. Источники нейтронов, регистрация нейтронов.

19.3.2 Примерные задания для контрольных работ.

1. Эффективный резонансный интеграл для случая гомогенного и гетерогенного расположения поглотителей.
2. Уравнение возраста и его решение для точечного, плоского и цилиндрического источника.
3. Спектр замедляющихся нейтронов в среде с поглощением.
4. Уравнение диффузии нейтронов и его решение для источников различной формы.

19.3.3 Примерные тематики собеседований.

1. Взаимодействие нейтронов с ядрами. Механизм компаунд-ядра.
2. Зависимость сечений реакций с нейтронами от их энергии.
3. Интерполированная граница активной зоны.
4. Дифракция нейтронов и нейтронная оптика.

19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: *контрольных работ и собеседования*. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков, и опыт деятельности.

При оценивании используются количественные или качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше в п.19.2.

Пример Контрольно-измерительного материала

Направление подготовки: 14.04.02 Ядерные физика и технологии

Дисциплина: Б1.В.ДВ.01.01 Физика нейтронов

Вид контроля: экзамен

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Виды взаимодействия нейтронов с ядрами
2. Уравнение возраста при отсутствии поглощения и примеры его решения.