

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Саровский физико-технический институт

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель СарФТИ НИЯУ МИФИ

_____ А.Г. Сироткина
«___» _____ 2025 г.

СОГЛАСОВАНО
Заместитель руководителя по УР
СарФТИ НИЯУ МИФИ

_____ Т.Г. Соловьев
«___» _____ 2025 г.

Программа вступительного испытания (в виде собеседования)
в магистратуру СарФТИ НИЯУ МИФИ

Прикладные математика и физика

(направлению подготовки 03.04.01 «Прикладные математика и физика»)

Профиль подготовки	Физика фундаментальных взаимодействий
Форма обучения	Очная

г. Саров
2025 г.

I. Общие положения

Цель данной программы состоит в оценке полученных ранее теоретических знаний и практических навыков, которыми должен обладать претендент на поступление в магистратуру по направлению подготовки **03.04.01 «Прикладные математика и физика»**

Данная программа составлена в соответствии с ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки **03.03.01 «Прикладные математика и физика»**, профилю подготовки **«Физика фундаментальных взаимодействий»** и включает 2 блока.

Вступительное испытание в магистратуру проводится в форме собеседования с обязательным оформлением ответов на вопросы билета в письменном виде. Испытание состоит из ответов на вопросы билета и дополнительные вопросы в рамках программы вступительного испытания.

Билеты для приемных экзаменов по программе содержат по два вопроса и задачу. Темы задач соответствуют приведенным ниже темам по дисциплине Физика атомного ядра.

Время на подготовку 1 час.

II. Оценка испытания:

Оценка за собеседование выставляется по 100-бальной шкале. Оценивается средний балл по диплому бакалавра, мотивационная и профессиональная направленность претендента (40 баллов) и ответ по билету (60 баллов).

Минимальный балл, необходимый для успешного прохождения собеседования и дальнейшего участия в конкурсе, ежегодно устанавливается приемной комиссией НИЯУ МИФИ.

Минимальный балл – 60.

Критерии оценки:

100-95 баллов – высокий уровень предыдущего образования, высокий уровень профессиональной и научной мотивации; даны исчерпывающие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, претендент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.

94-90 баллов – высокий уровень предыдущего образования, а также профессиональной и научной мотивации; даны полные, достаточно глубокие и обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной

комиссией, претендент демонстрирует хорошие знания, умения пользоваться современной научной терминологией.

89-85 баллов – средний уровень предыдущего образования, а также учебной и профессиональной мотивации; даны обоснованные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, претендент демонстрирует хорошие знания.

84-60 баллов – средний уровень предыдущего образования, а также учебной и профессиональной мотивации; даны в целом правильные ответы на вопросы, поставленные экзаменационной комиссией, при этом претендент недостаточно аргументирует ответы.

59-0 баллов – низкий уровень предыдущего образования, а также учебной, профессиональной и научной мотивации; в ответе допущены значительные ошибки, претендент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, неумение высказываться, поверхностность и слабую аргументацию суждений.

Примечание: на собеседовании оценка выставляется за несколько вопросов в пределах каждого блока, а не за каждый отдельный вопрос. Сумма баллов, набранных в каждом блоке, является итоговой оценкой собеседования.

ПЕРВЫЙ БЛОК (образование и мотивационно-профессиональная направленность претендента):

Соответствие профиля и уровня полученного ранее образования, успеваемость в вузе, наличие диплома с отличием, наличие сертификатов об образовании, наличие научных публикаций.

Представления о сферах и направлениях профессиональной деятельности и будущей специальности, общая ориентация в профессиональной проблематике, наличие опыта работы по выбранному направлению, полученные знания и профессиональные навыки, планирование будущей карьеры.

Способность к обучению: восприимчивость к знаниям, скорость усвоения, степень активности при обучении, дисциплинированность, организованность, ответственность; умение организовать деятельность с использованием полученных знаний; уровень самостоятельности в принятии решений; ответственность за результаты учебы, ожидания от учебного процесса в вузе.

Общие критерии для определения оценки абитуриента по I блоку:

30 - 40 баллов – высокий уровень (высокий уровень и качество полученного образования: диплом с отличием, средний балл диплома выше 4,5 балла; высокий уровень профессиональной и научной мотивации: наличие

сертификатов об образовании, научных публикаций; при собеседовании претендент проявил целенаправленность и осознанность выбора направления подготовки, высокий уровень ответственности за собственные результаты учебной и профессиональной деятельности, знания и профессиональные навыки, имеет опыт работы по выбранному направлению);

10 - 29 баллов – средний уровень (средний балл диплома от 3,5 до 4,4 балла; высокий уровень учебной и профессиональной мотивации; при собеседовании претендент проявил неопределенность в выборе направления подготовки, недостаточный уровень ответственности за собственные результаты учебной и профессиональной деятельности, имеются недостатки в проявлении знаний и профессиональных навыков);

0 - 9 баллов – низкий уровень (образование не соответствует выбранному профилю, отсутствие научной деятельности, низкий уровень учебной, профессиональной и научной мотивации: отсутствие сертификатов об образовании, научных публикаций; при собеседовании претендент не проявил целенаправленность и осознанность выбора направления подготовки, низкий уровень ответственности за собственные результаты учебной и профессиональной деятельности, не продемонстрировал знания и профессиональные навыки).

ВТОРОЙ БЛОК (вопросы по профилю подготовки «Физика фундаментальных взаимодействий»):

Раздел 1. Физика атомного ядра и элементарных частиц

1. Основные характеристики атомных ядер.
2. Правило смещения Содди-Фаянса.
3. Капельная модель атомного ядра. Формула масс.
4. Тонкая структура альфа-спектров. Роль центробежного барьера.
5. Естественная радиоактивность. Ряды естественной радиоактивности.
6. Виды β -распада.
7. Альфа-распад.
8. Форма β -спектра. Влияние на неё массы нейтрино.
9. β -распад. Основные экспериментальные данные о свойствах β -распада.
10. Энергетика β -распада.
11. Гамма-распад.
12. Правило Гейгера-Неттола, его объяснение.
13. Ядерная изомерия. Природа и виды изомерии.
14. Энергетика альфа-распада.
15. Спонтанное деление.
16. Внутренняя электронная конверсия.

17. Протонная, двупротонная и кластерная радиоактивности.
18. Граница периодической системы элементов. “Остров” стабильности.
19. Оболочечная модель ядра. Магические числа.
20. Явление “запаздывающих частиц”.
21. Прохождение частицы через одномерный потенциальный барьер.
22. Элементарная теория β -распада.
23. Свойства и основные характеристики ядер.
24. Длиннопробежные α -частицы.
25. Элементарная теория α -распада.
26. Основные характеристики радиоактивности. λ , $T_{1/2}$, τ .
27. Боровская теория ядерных реакций.
28. Распространённость элементов и механизмы нуклеосинтеза.
29. Радиационный захват нейтронов.
30. Горение гелия в звёздах.
31. Механизмы ядерных реакций.
32. Оптическая модель в теории ядерных реакций.
33. Кинематика бинарной ядерной реакции.
34. Каталитический CNO-цикл.
35. Законы сохранения в ядерных реакциях.
36. Циклы горения водорода в звёздах.
37. Порог эндотермической ядерной реакции.
38. Роль в нуклеосинтезе реакций, вызываемых космическими частицами.
39. Обратный порог. Область двузначности. Предельный угол вылета вторичной частицы в лабораторной системе координат.
40. R-процесс в нуклеосинтезе.
41. Вынужденное деление.
42. S-процесс в нуклеосинтезе.
43. Реакции, вызываемые протонами.
44. Экспериментальные основания теории Большого взрыва.
45. Теорема взаимности и принцип детального равновесия в ядерных реакциях.
46. Дозвёздный нуклеосинтез.
47. Реакции нейтронов с образованием заряженных частиц.
48. Основные термоядерные реакции.
49. Ядерные реакции, вызываемые ускоренными ионами.
50. Альфа-процесс в нуклеосинтезе.
51. Виды взаимодействий в природе.
52. Фотоядерные реакции.

Раздел 2. Физика твердого тела

1. Кристаллические решетки. Характер межатомного взаимодействия. Классификация твердых тел по типам связей.
2. Элементарные возбуждения в полупроводниках. Электроны и дырки. Эффективная масса квазичастиц.
3. Проблема ансамбля частиц со взаимодействием – концепция квазичастиц.
4. Теплємкость решетки. Предельные случаи высоких и низких температур. Модели Дебая и Эйнштейна.
5. Время жизни неравновесных носителей в полупроводнике.

Раздел 3. Генераторы рентгеновского излучения

- 1 Термоэмиссионная, автоэлектронная и взрывная эмиссия электронов
- 2 Теория возбуждения рентгеновского излучения. Характеристический и тормозной спектры излучения Закон Мозли.
- 3 Импульсный трансформатор. Принцип действия. Схема построения. Конструктивные особенности.
- 4 Генератор Маркса. Принцип действия. Схема построения. Конструктивные особенности.
- 5 Высоковольтные коммутаторы. Газовые разрядники. Закон Пашена.
- 6 Узлы и элементы генераторов рентгеновского излучения. Импульсные ускорительные трубки.

Раздел 4. Экспериментальные методы

1. Классификация детекторов ядерных излучений.

Явления, используемые для регистрации ядерных излучений. Основные характеристики детекторов. Основные типы детекторов.

2. Газовые ионизационные детекторы.

Основные типы детекторов. Импульсные ионизационные камеры. Пропорциональные счетчики. Газоразрядные счетчики. Плоско-параллельный лавинный детектор.

3. Полупроводниковые детекторы.

Принцип действия. Тепловые шумы. Обратные токи. Энергетическое разрешение ППД. Временное разрешение. Форма линии. Радиационные повреждения и ресурс ППД. Современные ППД.

4. Сцинтилляционные счетчики.

Принцип работы сцинтилляционных счетчиков. Неорганические сцинтилляторы. Органические сцинтилляторы. Жидкие сцинтилляторы. Пластические сцинтилляторы. Газовые сцинтилляторы. Фотоэлектронные умножители и их основные характеристики. Полупроводниковые

фотоприемники. Характеристики сцинтилляционных счетчиков.
Современные сцинтилляционные материалы и детекторы.

5. Трековые детекторы.

Камера Вильсона. Пузырьковые камеры. Ядерные фотоэмульсии.
Искровые камеры. Твердотельные трековые детекторы.

6. Черенковские счетчики.

Излучение Вавилова - Черенкова. Материалы черенковских счетчиков.
Характеристики черенковских счетчиков.

Общие критерии для определения оценки абитуриента по II блоку:

50 - 60 баллов – высокий уровень (полный, грамотный, логически правильно построенный, обоснованный и аргументированный ответ на теоретические и практические вопросы по профилю подготовки);

15 - 49 баллов – средний уровень (имеются недочеты и ошибки при ответе);

0 - 14 баллов – низкий уровень (нет ответа, бессмысленность ответа, полная безграмотность, грубейшие ошибки)

Программу разработал:
доцент кафедры ЯРФ
кандидат физико-математических наук С.В. Фролова