

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕСИТЕТ имени И.С. ТУРГЕНЕВА»

**ПРОГРАММА
ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
КОМПЬЮТЕРНАЯ ФИЗИКА**

Направление подготовки
03.04.02 Физика
Профиль: Цифровые технологии в физике

1. Цель и задачи вступительного испытания

Целью вступительного испытания по компьютерной физике является оценка готовности поступающего в магистратуру к освоению образовательной программы направления подготовки 03.04.02 Физика.

Задачи вступительного испытания:

1. Определение практической и теоретической подготовленности поступающего;
2. Выявление соответствия знаний, умений и навыков поступающего требованиям обучения в магистратуре по направлению подготовки;
3. Определение готовности поступающего к решению профессиональных задач в соответствии с видами профессиональной деятельности;
4. Выявление умения использовать современные методы компьютерной физики для решения научных и практических задач.

2. Требования к уровню подготовки поступающих

Поступающий в магистратуру по направлению 03.04.02 Физика должен знать:

основные понятия, законы и модели механики, молекулярной и статистической физики, электродинамики, оптики, атомной физики и квантовой механики; векторный и тензорный анализ; дифференциальное и интегральное исчисление функций одной и нескольких переменных; векторный и тензорный анализ; методы теории функций комплексного переменного; аналитическую геометрию и линейную алгебру; численные методы решения типовых физических задач; методы математической физики; основы математического и компьютерного моделирования в исследовании физических процессов.

уметь:

использовать методы компьютерной физики и стандартное программное обеспечение для решения прикладных задач; работать на различных типах ЭВМ, применять стандартные алгоритмические языки.

владеть навыками:

теоретического мышления и умениями, позволяющими применять современные методы компьютерной физики для решения задач науки и техники; совершенствования своей профессиональной деятельности в области физики.

3. Форма и продолжительность вступительного испытания

Форма проведения вступительного испытания – письменный экзамен.

Продолжительность вступительного испытания – 2 часа.

4. Структура экзаменационных заданий и критерии оценки

Часть 1 – тестовые задания закрытого типа с выбором одного ответа из четырех предложенных. Данная часть включает 60 тестовых заданий.

Часть 2 – тестовые задания закрытого типа с выбором множественного ответа (из шести и более количества предложенных), тестовые задания на установление последовательности, тестовые задания на установление соответствия, тестовые задания открытого типа (с открытым вопросом) с учетом падежа, склонения, с кратким ответом (без записи решения). Данная часть включает 10 тестовых заданий.

Часть 3 – тестовые задания открытого типа (с открытым вопросом) с развернутым ответом (полная запись ответа с обоснованием). Данная часть включает 1 задание, предполагающее развернутый ответ.

Максимально возможное количество баллов в сумме за решение тестовых заданий – 100.

Каждое правильно решённое **тестовое задание первой части** оценивается в 1 балл, ошибочное решение – 0 баллов, максимально возможная оценка за решение тестовых заданий 1 части – 60 баллов.

Каждое правильно решённое **тестовое задание второй части** оценивается в 2 балла, частично решённое задание – 1 балл, ошибочное решение или его отсутствие – 0 баллов, максимально возможная оценка за решение тестовых заданий 2 части – 20 баллов.

Правильно решённое **задание третьей части** оценивается от 0 до 20 баллов. Ответ на открытый вопрос оценивается по следующим критериям (таблица 1):

Таблица 1.
Критерии и показатели оценивания решения вступительного испытания

Критерии	Показатели	Баллы
1. Актуальность	Описываемый подход, метод, технология актуальны, отражают самые современные подходы к решению проблемы.	2 балла
	Предложенное решение, в целом, имеет новизну, однако, отражены не все современные взгляды на проблему.	1 балл
	Предлагаемое решение основано на устаревших подходах, позиции которого пересмотрены на настоящий момент.	0 баллов
2. Полнота предлагаемого решения, содержательность, системность	Поступающий свободно ориентируется в методах компьютерной физики, демонстрирует владение умениями и навыками анализа и решения практических задач. Изложение решения полное, в системе. Ответ логичен, последователен. Объем изложенного достаточен	2 балла
	Поступающий демонстрирует достаточный уровень владения умениями и навыками решения задач, ориентируется в основополагающих методах компьютерной физики, но испытывает некоторые трудности в самостоятельном выборе нужного варианта решения. Изложение решения достаточно полное, соответствует заданию, объем достаточен, материал систематизирован, однако допускаются отдельные несущественные нарушения логики и последовательности решения, допущены пропуски логических элементов.	1 балл
	Поступающий демонстрирует лишь отдельные представления о проблеме, не владеет необходимыми умениями и навыками анализа проблемы и принятия решения. Изложение решения отрывочное, неполное, бессистемное, изобилует пропусками существенных деталей. Объем ответа недостаточен.	0 баллов
3. Научная обоснованность предлагаемого решения	Материал изложен с опорой на научные факты, фундаментальные исследования.	2 балла
	Материал содержит некоторые ссылки на научные исследования, однако, недостаточно уверенные и полные. При решении поступающий апеллирует к современным исследованиям, однако допускает неверную их трактовку.	1 балл
	Решение изложено исключительно на бытовом, житейском уровне. При изложении допущено использование ряда ненаучных подходов, трактовок.	0 баллов
4. Обоснованность используемых моделей и приближений, рациональный план решения	Используемые модели и приближения обоснованы. Выбран рациональный план решения.	2 балла
	Имеются отдельные неточности в обосновании используемых моделей и приближений. Выбран не самый рациональный план решения.	1 балл
	Используемые модели и приближения не обоснованы. Выбран нерациональный план решения.	0 баллов
5. Корректность ис-	В ответе успешно используются профессиональные термины.	2 балла

пользования категориально-терминологического аппарата при описании решения	Показано глубокое понимание терминов, уверенное владение ими.	
	Термины используются осмысленно, однако встречаются незначительные неточности при их употреблении. Встречается ненаучная терминология, некоторые ошибки в понимании и применении профессиональной терминологии.	1 балл
	Ответ изобилует ненаучной терминологией, допущены грубые фактологические ошибки в использовании терминов, проявлено полное непонимание профессиональной лексики.	0 баллов
6. Структурная, композиционная целостность, завершённость	Ответ отличается структурной и композиционной целостностью, включает обоснование проблемного поля задания, предложение своего решения, его анализ. При изложении привлечен достаточный объем сведений, изложение связное.	2 балла
	Ответ поступающего имеет определенную структуру, характеризуется определенной смысловой цельностью, речевой связностью и последовательностью изложения, однако, нарушена логика выстраивания и обоснования решения, часть материала представлена отрывочно.	1 балл
	Ответ не структурирован, изложение ведется бессистемно, в ответе не представляется возможным выделить структурные элементы. Объем ответа недостаточен.	0 баллов
7. Обоснованность, доказательность представленных подходов к решению	Выводы логичны и убедительны. Поступающим проявлено умение доказательно объяснять принятие определенно решения с точки зрения новейших достижений теории и практики компьютерной физики. Показана способность критично анализировать и объяснять разные точки зрения, грамотно интерпретировать факты. В ответе прослеживаются межпредметные связи, обнаруживаются умения критично относиться к информации.	2 балла
	Поступающим совершена попытка подведения итога, формулирования рекомендаций по решению, выводов, однако, обобщение сделано на бытовом уровне, есть затруднения в подкреплении высказываемых выводов доказательствами. Поступающий обнаруживает понимание материала, но не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои выводы, суждения и умозаключения.	1 балл
	Выводы отсутствуют.	0 баллов
8. Наличие и уместность примеров, иллюстрирующих выбор того или иного решения	Ответ обнаруживает понимание материала, обоснованность суждений, способность привести необходимые примеры. Решение иллюстрируется соответствующими примерами из собственного практического опыта, что свидетельствует об умении анализировать собственную деятельность.	2 балла
	Выявляется попытка проиллюстрировать ответ примерами, однако выбор их не всегда уместен. Поступающий затрудняется в подкреплении высказываемого решения примерами из литературы или собственной деятельности.	1 балл
	Примеры не приводятся. Имеющиеся отрывочные высказывания не иллюстрируются соответствующими примерами, что свидетельствует о неумении анализировать литературу и собственную деятельность, делать адекватные выводы и умозаключения.	0 баллов
9. Точность в изложении	Отсутствуют фактологические ошибки и неточности при выявлении и обосновании решений.	2 балла

жении фактических данных, опора на научные, подтверждённые факты	боре и обосновании решения. Показано умение анализировать и применять различные, в том числе альтернативные, точки зрения по проблеме, способность апеллировать к различным подходам.	
	Ответ, в целом, логичен, однако, наблюдается некоторая разнотечность в представлении решения. Показана способность видеть лишь некоторые аспекты изучаемой проблемы.	1 балл
	Ответ слабо структурирован, изложение хаотичное, разорванное, бессистемное. Бессистемное выделение случайных признаков, характеризующих проблему; проявлено неумение производить простейшие операции анализа и синтеза; делать обобщения, выводы. Обращений к существующему опыту решения подобных задач не сделано.	0 баллов
10. Соответствие формальным требованиям к оформлению текста ответа	Текст ответа правильно орфографически и пунктуационно оформлен, основные нормы культуры речи соблюдены. Язык изложения ясный, точный. Лексика использована уместно. Качество письменной речи высокое.	2 балла
	В целом требования к оформлению письменных текстов соблюдены, однако некоторые речевые нормы некритично нарушаются. В тексте обнаруживаются единичные ошибки в применении языковых норм и правил. Допущено использование бытовой лексики.	1 балл
	Обнаружено значительное количество грубых лексических, орфографических, пунктуационных ошибок. Ответ не соответствует нормам культуры речи. Качество речи низкое.	0 баллов

5. Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания

Минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительных испытаний при приёме на обучение по образовательным программам высшего образования (программам магистратуры) в ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» составляет 51 балл.

6. Содержание программы вступительного испытания

1. Научная визуализация

Визуализация данных. Виды визуализации данных. Задачи научной визуализации данных. Визуализация скалярных полей. Визуализация векторных полей. Визуализация тензорных полей. Программное обеспечение для научной визуализации.

2. Точность вычислительного эксперимента

Погрешность вычислений, обусловленность, структура погрешности. Прямая и обратная задачи теории погрешностей. Правила вычисления абсолютной и относительной погрешности. Проблемы компьютерных вычислений. Устойчивость. Корректность. Сходимость.

3. Интерполяция функций и численное дифференцирование

Интерполяция функций многочленами: постановка задачи, многочлены Лагранжа и Ньютона. Интерполяция сплайнами: постановка задачи. Сплайны Шонберга и Эрмита. Применение метода прогонки для решения СЛАУ при интерполяции сплайнами. Погрешность интерполяции сплайнами. Численное дифференцирование и его погрешность.

4. Численное интегрирование

Постановка задачи численного интегрирования. Вычисление определенных интегралов по формулам прямоугольников (формула с левыми концами, правыми концами и срединными точками). Квадратурные формулы. Формулы Ньютона-Котеса. Обобщённая формула трапеций и обобщённая формула Симпсона. Формулы оценка погрешности численного интегрирования обобщёнными формулами прямоугольников, трапеций, Симпсона. Сравнение точности квадратурных формул. Кратные интегралы. Методы Монте-Карло.

5. Численное решение нелинейных уравнений

Решение нелинейных уравнений: метод половинного деления, метод хорд, метод касательных. Метод простых итераций. Теорема о достаточном условии сходимости метода простых итераций. Преобразование уравнений к итерационному виду. Постановка задачи численного решения системы нелинейных алгебраических уравнений. Метод Ньютона.

6. Численное решение СЛАУ

Системы линейных алгебраических уравнений (СЛАУ): формы записи, нормы, обусловленность. Метод исключения Гаусса и его модификации. Вычисление определителей и обратных матриц. Метод прогонки для решения СЛАУ с трехдиагональными матрицами. Итерационные методы решения СЛАУ: Метод простых итераций, теорема о достаточном условии сходимости метода простых итераций. Метод Зейделя.

7. Численное решение проблемы собственных значений и собственных векторов

Постановка задачи нахождения собственных значений и собственных векторов матриц. Частная и полная проблемы собственных значений и собственных векторов. Методы решения частной проблемы собственных значений и собственных векторов матриц. Степенной метод нахождения максимального по модулю собственного значения.

8. Численное решение задач оптимизации

Постановка задачи численного решения задач оптимизации. Решение задач безусловной оптимизации с помощью методов спуска. Методы одномерной минимизации (метод сканирования и др.). Методы многомерной минимизации (метод покоординатного спуска, метод градиентного спуска и др.). Решение систем нелинейных уравнений путем сведения их к задачам оптимизации.

9. Численные методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений

Постановка задачи численного решения задачи Коши для обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка. Метод Эйлера, Эйлера-Коши и Рунге-Кутта. Постановка задачи численного решения задачи Коши для системы обыкновенных дифференциальных уравнений 1-го порядка. Метод Рунге-Кутта для систем. Численное решение задачи Коши для дифференциальных уравнений n-го порядка. Численное интегрирование уравнений Ньютона.

10. Численное решение краевых задач для дифференциальных уравнений

Постановка задачи численного решения краевых задач для дифференциальных уравнений. Методы стрельбы. Разностные методы. Аппроксимация производных разностными отношениями. Примеры конечно-разностных схем. Аппроксимация краевой задачи разностной схемой. Методы решения линейных систем с 3-диагональной матрицей (метод дифференциальной прогонки). Проекционные методы решения краевых задач: метод Галеркина, метод коллокаций.

7. Литература

Основная литература

1. Зализняк, В. Е. Основы научных вычислений. Введение в численные методы для физиков и инженеров / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 264 с. — ISBN 978-5-4344-0764-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91976.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

2. Зализняк, В. Е. Основы вычислительной физики. Ч.1. Введение в конечно-разностные методы / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 252 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92058.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
3. Зализняк, В. Е. Основы вычислительной физики. Ч.2. Введение в методы частиц / В. Е. Зализняк. — Москва, Ижевск : Регулярная и хаотическая динамика, Институт компьютерных исследований, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-4344-766-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91972.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Федоренко, Р. П. Введение в вычислительную физику : Учебное пособие для вузов / Р. П. Федоренко / Под ред. А. И. Лобанова. — 2-е изд., испр. и. доп. — Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2008. — 504 с.
5. Федорук, М. П. Курс вычислительной физики : учебное пособие / М. П. Федорук. — Новосибирск : Новосибирский государственный университет, 2023. — 322 с. — ISBN 978-5-4437-1346-5. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/134569.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Дополнительная литература

1. Ильина, В. А. Численные методы для физиков-теоретиков. II / В. А. Ильина, П. К. Силаев. — Москва, Ижевск : Институт компьютерных исследований, 2019. — 118 с. — ISBN 978-5-4344-0648-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/92025.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
2. Кирьянов, Д. В. Вычислительная физика / Д. В. Кирьянов, Е. Н. Кирьянова. — М.: Полибук Мультимедиа, 2006. — 352 с.
3. Ласица, А. М. Использование Matlab и GNU Octave в вычислительной физике. Часть 1 : конспект лекций / А. М. Ласица. — Омск : Омский государственный технический университет, 2017. — 44 с. — ISBN 978-5-8149-2483-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78432.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
4. Мицель, А. А. Вычислительные методы : учебное пособие / А. А. Мицель. — Томск : Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Эль Контент, 2013. — 198 с. — ISBN 978-5-4332-0121-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/72079.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей.
5. Попов, А. В. GNU PLOT и его приложения / А. В. Попов. — М.: МГУ, 2015. — 240 с.