



МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ И ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

Снегурова Виктория Игоревна,
доктор педагогических наук, ведущий научный сотрудник
Центра МиЕНО ФГБНУ «ИСМО им. В.С. Леднева»

Готская Ирина Борисовна,
доктор педагогических наук, профессор, профессор каф. информационных
технологий и электронного обучения ФГБОУ ВО «РГПУ им. А.И. Герцена», ведущий
научный сотрудник Центра МиЕНО ФГБНУ «ИСМО им. В.С. Леднева»

ЗНАЧЕНИЕ МАТЕМАТИКИ В ИЗУЧЕНИИ ФИЗИКИ

Математика всегда служила для осмысления природных явлений. Это язык и инструмент для выражения физических законов и предсказания новых феноменов. Математические рассуждения предсказывали новые физические объекты, опираясь на результаты наблюдений природных явлений, формируя фундамент научного познания.



ФОРМАЛИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ЗАКОНОВ С ПОМОЩЬЮ МАТЕМАТИКИ

Математический язык позволяет систематизировать физические знания, структурируя информацию для легкого усвоения.

Математические формулы обеспечивают точность описаний динамики движения и изменений в системах.

Уравнения (функций) раскрывают взаимосвязь физических величин, давая возможность прогнозировать поведение физических систем в различных условиях.

Математические модели способствуют глубокому пониманию процессов, позволяя выявлять закономерности и делать точные предсказания физических явлений.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТЕМАТИКИ

1

Создание симуляций

Разработка компьютерных моделей движения тел и распространения волн для практического понимания явлений.

2

Оптимизация экспериментов

Математическое моделирование помогает планировать и совершенствовать экспериментальные исследования.

3

Прогнозирование поведения систем

Использование моделей для предсказания реакции систем при изменении внешних условий и параметров.

4

Интеграция теории и эксперимента

Модели помогают связать абстрактные математические представления с практическими экспериментальными наблюдениями, усиливая познавательный эффект обучения.

5

Анализ результатов

Модели позволяют глубже интерпретировать полученные данные и выявлять скрытые закономерности.

РОЛЬ РАСЧЕТОВ И АНАЛИЗА ДАННЫХ В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКЕ



Средние значения и стандартные отклонения

Используются для обработки экспериментальных данных, уменьшая влияние случайных ошибок и повышая точность измерений.



Графический анализ

Построение графиков помогает визуализировать физические зависимости, выявлять закономерности и обнаруживать аномалии в данных.



Диаграммы и статистические методы

Позволяют сравнивать результаты, контролировать погрешности и обеспечивают объективность в интерпретации экспериментов.

ЭТАПЫ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ

Измерение и сбор данных, составление таблицы

Учащиеся проводят многократные измерения величин, регистрируют измерения, формируя первичные данные для последующего анализа.

Вычисление статистических характеристик

Используют среднее арифметическое и стандартное отклонение для оценки точности измерений и вариабельности данных.

Построение графиков и диаграмм

Применяют графический анализ для визуализации зависимости и выявления закономерностей в экспериментальных результатах.

Анализ и интерпретация результатов

На основе вычислений и графиков делают выводы о характере физических явлений и проверяют экспериментальные гипотезы.

Четкая последовательность обработки данных способствует точному выполнению физических экспериментов и формированию умений анализировать, формулировать предположения, проверять гипотезы, делать выводы.

ОСНОВНЫЕ ФОРМУЛЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ

Основные статистические и метрические формулы, применяемые при анализе физических данных.

Освоение этих формул обеспечивает точность и анализ экспериментальных результатов.

Понятие/формула	Назначение
Среднее арифметическое $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$	Усреднение результатов многократных измерений
Абсолютная погрешность измерений $\Delta x_i = \bar{x} - x_i$	Максимальная ошибка измерений
Относительная погрешность $\frac{\Delta x_{\text{полн}}}{\bar{x}} \cdot 100\%$	Точность измерений
Средняя квадратичная погрешность отдельных измерений $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\Delta x_i)^2}{n-1}}$	Оценка разброса измерений
Погрешность прибора $\Delta x_{\text{пр}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{k \cdot x_{\text{max}}}{100\%}$ (где k – класс точности прибора)	Точность измерительного прибора

ФОРМИРОВАНИЕ СТРЕМЛЕНИЯ К ТОЧНЫМ ЭКСПЕРИМЕНТАМ ЧЕРЕЗ ОЦЕНКУ ПОГРЕШНОСТЕЙ

1

Понимание и учет погрешностей формирует у школьников мотивацию для проведения точных измерений.

2

Грамотное использование математических расчётов помогает выявлять и минимизировать источники ошибок опыта.

3

Статистическая обработка данных способствует развитию исследовательского подхода и научного мышления у учащихся.

УСРЕДНЕНИЕ И ОЦЕНКА ПОГРЕШНОСТЕЙ: БАЗОВЫЕ МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

Среднее арифметическое уменьшает влияние случайных ошибок, обеспечивая более достоверные результаты многократных измерений.

Абсолютная погрешность показывает допустимое отклонение результата, формируя у учащихся понимание интервала измерения.

Относительная погрешность помогает сравнивать точность разных измерений, что важно для адекватной оценки качества данных.

Аппроксимация методом **наименьших квадратов** используется для точного подбора трендов и выявления зависимости между экспериментальными величинами.

Среднеквадратичное отклонение помогает установить вариабельность данных, что важно при определении достоверности измерений и повторяемости экспериментов.

Корреляционный анализ позволяет оценить степень взаимосвязи между двумя физическими параметрами, выявляя сильные и слабые зависимости.

В совокупности эти методы углубляют анализ экспериментальной информации и способствуют развитию научно-исследовательских компетенций школьников.

ОШИБКИ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ И ПУТИ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Часто встречаются: арифметические ошибки и неправильное применение формул, что приводит к неточным расчетам.

Регулярная проверка всех вычислений помогает минимизировать подобные погрешности.

Неполное понимание физического смысла формул и игнорирование погрешностей затрудняет правильную интерпретацию.

Введение статистических методов и разъяснение сути формул повышают качество усвоения.



РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОБУЧЕНИЮ МАТЕМАТИЧЕСКИМ МЕТОДАМ В ФИЗИКЕ

1



Переход от простых математических операций к более сложным позволяет учащимся постепенно осваивать материал, улучшая понимание и навыки использования методов.

2



Применение наглядных материалов, таких как графики и схемы, способствует лучшему усвоению сложных понятий и закреплению теоретических знаний на практике.

3



Структурированность курса, четкое распределение тем и последовательное изложение материала создают благоприятные условия для формирования аналитических компетенций.

4



Включение в обучение практических примеров и заданий развивает умение применять математические методы в реальных физических исследованиях и экспериментах.



КЛЮЧЕВАЯ РОЛЬ МАТЕМАТИКИ В ОБУЧЕНИИ ФИЗИКЕ

ИНТЕГРАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В ПРОЦЕСС ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ ОБЕСПЕЧИВАЕТ ГЛУБОКОЕ ПОНИМАНИЕ ЯВЛЕНИЙ, УЛУЧШАЕТ КАЧЕСТВО АНАЛИЗА И ФОРМИРУЕТ У УЧАЩИХСЯ СИСТЕМНОЕ НАУЧНОЕ МЫШЛЕНИЕ



ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОЙ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ФИЗИКЕ

Готская Ирина Борисовна, докт.пед.наук, профессор, профессор каф.
информационных технологий и электронного обучения РГПУ им.
А.И.Герцена, вед.научный сотрудник Центра МиЕНО



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Основные направления применения в учебной экспериментальной деятельности по физике



сбор данных - цифровые датчики для измерения физических величин (температура, напряжение, сила тока и т.д.)



сбор данных - мобильные устройства (планшеты, смартфоны), оснащенные акселерометрами, гироскопами, датчиками освещения и датчиками приближения



обработка данных - электронные таблицы (MSExcel, Р7-Офис.Таблицы, МойОфис Таблица, LibreOffice Calc)



визуализация данных – 3 D-моделирование, анимации, симуляции....



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Цифровые физические лаборатории



Основной компонент – цифровые датчики



Преимущества – знакомство с современными методами экспериментальной физики



Особенности - быстродействие, непрерывность измерения данных, сохранение данных в разных форматах, масштабирование данных



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Цифровые физические лаборатории



Применение – демонстрационный эксперимент, лабораторные работы и практикумы, проектно-исследовательская урочная и внеурочная деятельность



Недостатки – снижение эмоционального восприятия красоты и эффектности физического эксперимента



Рекомендации – сочетание традиционного эксперимента и с использованием цифрового оборудования, обсуждение результатов и их интерпретация, использование математических методов для обработки результатов



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Цифровые физические лаборатории



STEM-образование (**S**cience **T**echnology **E**ngineering **M**athematics)



Инженерные классы



Формирование инженерного и компьютерного мышления



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

МОБИЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА



Достоинства – доступность, возможность проведения физических экспериментов в домашних условиях, простота использования



Сбор и анализ данных в реальном времени, визуализация



Специальное приложение Rhyphox - прямой доступ к датчикам смартфона, проведение готовых и создание авторских физических экспериментов, управление через веб-интерфейс, экспорт данных в различные форматы и т.д.



Организация домашней проектной и исследовательской деятельности индивидуальной и групповой с совместной подготовкой отчетов в Яндекс. Документы



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ОБРАБОТКА ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦ



MSExcel, Р7-Офис.Таблицы, МойОфис Таблица, LibreOffice Calc



Преимущества: автоматизация обработки данных , визуализация результатов



Использование статистических методов: вычисление средних значений, расчет стандартных отклонений, оценка погрешностей и анализ трендов



Проблемы: сформированные умения работы с электронными таблицами, знание статистических методов обработки результатов



ЦИФРОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

**УСПЕХ ПРИМЕНЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
=
МЕЖПРЕДМЕТНЫЕ СВЯЗИ
ФИЗИКА+ИНФОРМАТИКА+МАТЕМАТИКА**

Информационно-методические ресурсы ИСМО им. В.С. Леднева

