

Чиндарева Наталия Николаевна

учитель

Казакова Светлана Николаевна

учитель

Павлова Татьяна Валериевна

учитель

МБОУ «СОШ №24»

г. Чебоксары, Чувашская Республика

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ НА СПЛАВЫ И СМЕСИ КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

Аннотация: в статье рассматривается проблема межпредметной интеграции при обучении решению задач на концентрации и сплавы. Предложена универсальная методика, базирующаяся на едином уравнении материального баланса, апробированная в 8–9 классах на стыке курсов математики и химии. Приводятся данные о повышении результативности на 27% в экспериментальных группах.

Ключевые слова: метапредметное обучение, задачи на смеси, концентрация растворов, естественно-научная грамотность, междисциплинарный подход, методика преподавания математики, методика преподавания химии.

Введение Современные образовательные стандарты акцентируют внимание на формировании у обучающихся целостной картины мира, однако на практике предметное содержание зачастую остаётся разобщённым. Математические модели воспринимаются школьниками как абстрактные конструкции, а химические расчёты – как изолированные алгоритмические процедуры. Наиболее остро это противоречие проявляется при изучении темы «Растворы и сплавы», которая присутствует как в курсе алгебры (задачи на проценты, системы уравнений), так и в курсе химии (массовая доля растворённого вещества). Традиционно данные задачи решаются по-разному: на математике – через составление

уравнений и пропорций, на химии – через формулы с использованием массовых долей. При этом логическая общность подходов остаётся для ученика скрытой, что ведёт к формальному усвоению материала без осмысления физического смысла происходящих процессов. Цель исследования – разработать и экспериментально проверить универсальный алгоритм решения задач на сплавы и смеси, позволяющий объединить математические и химические методы обучения в рамках единой терминологической базы.

Материалы и методы Исследование проводилось на базе МБОУ «СОШ №24» г. Чебоксары Чувашской Республики в 2025–2026 учебном году. В эксперименте участвовали 4 параллельных класса (всего 126 обучающихся 8-х и 9-х классов). В двух экспериментальных классах ($n = 64$) применялась разработанная методика; в двух контрольных ($n = 62$) обучение велось традиционным раздельным способом. В качестве основного метода использовался педагогический эксперимент с замерами текущей успеваемости, а также метод анализа письменных работ обучающихся. Статистическая обработка результатов проводилась с применением t-критерия Стьюдента.

Основная часть.

1. Единая математическая модель как основа межпредметного взаимодействия. Ключевая идея предлагаемого подхода заключается во введении сквозного уравнения, которое одинаково интерпретируется и в математическом, и в химическом контекстах: $m(\text{компонента}) = m(\text{системы}) \times w(\text{компонента})$, где w – доля компонента в системе (в математической трактовке – процентное содержание, в химической – массовая доля). Дополнительным связующим звеном выступает закон сохранения массы: при смешивании двух или более систем суммарная масса чистого вещества в конечной смеси равна сумме масс вещества в исходных компонентах. Данный постулат, рассматриваемый на обоих предметах как аксиома, создаёт устойчивую когнитивную опору для последующих вычислений.

2. Классификация методов решения. В зависимости от уровня подготовленности аудитории применяется дифференцированный набор инструментов:

– таблично-графический подход предполагает визуализацию исходных данных в табличной форме с фиксацией параметров «масса системы – доля – масса компонента». Данный способ эффективен на начальном этапе обучения, так как снижает абстрактность задачи и позволяет проследить логику «до» и «после» смешения;

– схематическое моделирование представляет собой изображение прямоугольных контейнеров («стаканов»), в каждом из которых подписываются масса и концентрация. Перетекание жидкости или пересыпание твёрдого компонента фиксируется стрелками. Метод хорошо зарекомендовал себя в работе с обучающимися, обладающими визуальным типом восприятия. – Аналитический метод (называемый в химии правилом креста, а в математике – системой линейных уравнений) применяется для расчёта концентраций при смешении двух растворов с целью получения третьего с заданными характеристиками. В основе лежит соотношение: $m_1 \times w_1 + m_2 \times w_2 = (m_1 + m_2) \times w_3$;

– итеративный подход (для задач с многократным переливанием) основан на применении постоянного коэффициента уменьшения массы активного компонента на каждом цикле, что позволяет избежать громоздких уравнений и акцентировать внимание на закономерности процесса.

3. Апробация на примерах с практическим контекстом.

Разработанная методика была реализована через серию задач, моделирующих реальные производственные и природные ситуации.

Пример 1 (экологическая интерпретация). Водная система с массовой долей солей 34% (аналог Мёртвого моря) смешивается с пресной водой, содержащей 0,1% примесей. Требуется определить количество пресной воды, добавляемой к 1 тонне солёной, для получения лечебного раствора с концентрацией 6%. Составление балансового уравнения $0,34 + 0,001x = 0,06(1+x)$ даёт решение $x \approx 4,75$ т. Данный пример не только иллюстрирует математическую модель, но и формирует представление о масштабах природных процессов.

Пример 2 (экономический контекст). Ювелирный сплав получен из 300 г золота 585-й пробы и 200 г золота 750-й пробы. Расчёт через средневзвешенное

значение: $(300 \times 0,585 + 200 \times 0,75) / 500 = 0,651$, что соответствует 651-й пробе. Важным методическим акцентом здесь выступает демонстрация того, что результат не является средним арифметическим исходных проб, что способствует преодолению типичного когнитивного искажения у школьников. Пример 3 (моделирование динамического процесса). В системе объёмом 10 л с 80% содержанием спирта последовательно производятся две операции: отбор 2 л с последующим замещением 2 л воды. Применение коэффициента 0,8 на каждой итерации позволяет вычислить конечное количество спирта: $10 \times 0,8 \times 0,8 = 6,4$ л. Задача эффективна для иллюстрации степенной зависимости в реальных технологических циклах.

4. Результаты экспериментального обучения.

В ходе итогового контрольного среза, включавшего пять типовых задач на смеси и сплавы, обучающиеся экспериментальных классов продемонстрировали следующие результаты: средний балл выполнения – 4,6 из 5 возможных, правильность решения – 89% против 62% в контрольных группах. Прирост показал статистическую значимость при $p < 0,05$. Качественный анализ работ позволил зафиксировать снижение числа формальных ошибок (неверное применение процентов, путаница с размерностями) на 40% по сравнению с контрольной группой. Обучающиеся экспериментальных классов в 78% случаев применяли единую терминологию независимо от предметного контекста, что свидетельствует о сформированности метапредметного навыка.

5. Методические рекомендации.

На основе полученных данных сформулированы следующие принципы организации обучения:

- введение сквозного терминологического аппарата (массовая доля, баланс вещества) одновременно на уроках математики и химии;
- последовательное усложнение материала по схеме: смешивание двух компонентов → добавление вещества → выпаривание → многократное переливание;

– акцент на физической интерпретации каждого этапа вычислений, а не на механическом применении алгоритмов;

– использование практико-ориентированных задач, связанных с бытовыми, экологическими и производственными контекстами.

Заключение.

Проведённое исследование подтверждает, что задачи на смеси и сплавы являются эффективным дидактическим средством для реализации метапредметных связей между математикой и химией. Предложенная единая методика позволяет:

1) сократить время на освоение темы за счёт устранения дублирования и противоречий между предметными подходами;

2) повысить осознанность математических действий через их привязку к физическому смыслу;

3) сформировать у обучающихся устойчивый навык переноса знаний из одной предметной области в другую.

Практическая значимость работы обусловлена её вариативностью: представленные приёмы могут быть интегрированы в рабочие программы как учителями математики, так и учителями химии без дополнительной переподготовки. Дальнейшие перспективы исследования связаны с разработкой цифровых тренажёров на основе описанного алгоритма.

Список литературы

1. ФГОС ООО: утв. приказом Минобрнауки России от 17.12.2010 №1897 (ред. от 11.12.2020). – М.: Просвещение, 2021.

2. Арнольд В. И. Математические методы классической механики / В. И. Арнольд. – М.: Наука, 1989. – 472 с.

3. Пойа Д. Как решать задачу: пособие для учителей / Д. Пойа. – М.: Учпедгиз, 1961. – 208 с.

4. Хомченко Г.П. Химия для поступающих в вузы / Г.П. Хомченко. – М.: Высшая школа, 2020. – 480 с.

5. Мордкович А.Г. Алгебра. Углублённый уровень. 9 класс / А.Г. Мордкович. – М.: Мнемозина, 2022. – 352 с.

6. Колягин Ю.М. Методика преподавания математики в средней школе / Ю.М. Колягин. – М.: Просвещение, 2020. – 320 с.