

МБОУ лицей № 1 п. Нахабино

**Методический продукт
по результатам работы
первой региональной стажировки
региональной стажировочной площадки
по направлению
«Естественно-научное образование Подмосковья»**

**«Методические рекомендации к организации
стажировки учителей естественнонаучных предметов по
вопросам формирования естественно-научной
грамотности обучающихся»**

(для заместителей директоров по учебно-воспитательной работе,
методических работников, педагогов общеобразовательных организаций)

Основные авторы-составители:
Экснер Ольга Анатольевна,
руководитель РСП, заместитель
директора по УВР,
учитель химии лицей №1 п. Нахабино,
Алтынникова Н.А.;
учитель физики лицей №1 п. Нахабино,
Склемина И.В.;
учитель математики лицей №1 п.
Нахабино, Абукова А.Л.

декабрь, 2025г.

Содержание

		Стр.
	Введение	3
1	Естественно-научная грамотность — это фундаментальный компонент современного образования и критического мышления. Заместитель директора по УВР Экснер О.А.	3
2	Рекомендации для ежедневной работы учителя ЕНГ. Заместитель директора по УВР Экснер О.А.	5
3	Мастер–класс «Формирование естественнонаучной грамотности у обучающихся 8-11 классов на уроках химии и во внеурочной деятельности на основе технологии проблемного обучения и межпредметных связей», учитель химии высшей категории МБОУ лицей №1 п. Нахабино Алтынникова Н.А.	8
4	Мастер-класс "Компьютерные модели физических явлений как способ повышения эффективности уроков физики в рамках естественно-научного образования", учитель физики высшей категории МБОУ лицей №1 п. Нахабино Склемина И.В.	16
5	Мастер-класс «Уравнение харди-вайнберга и его биологический смысл», учитель математики первой категории МБОУ лицей №1 п. Нахабино Абукова А.Л.	18
6	Кейсы заданий по естественно-научной грамотности	23
7	Заключение	31
8	Выводы	32

Введение

Естественно-научная грамотность (ЕНГ) — это не просто набор знаний по физике, химии и биологии. Это комплексная способность человека:

1. Понимать ключевые концепции и принципы естественных наук.

Это база: основные законы, теории, факты (например, понимание, что такое клетка, почему меняются сезоны, как работает круговорот веществ в природе).

2. Использовать научные методы и мыслить, как ученый.

Это процессуальная часть:

- Умение задавать вопросы, которые можно исследовать.
- Формулировать гипотезы.
- Планировать и проводить наблюдения или эксперименты.
- Анализировать данные, искать закономерности, делать выводы.
- Оценивать доказательства и отличать науку от псевдонауки.

3. Применять научные знания для решения практических задач, понимания явлений и принятия обоснованных решений.

Это самая важная, прикладная часть. Грамотный человек использует науку в повседневной жизни:

- Понимает инструкции к лекарствам, принципы работы техники.
- Оценивает риски для здоровья (например, влияние диет, курения).
- Принимает решения на основе данных (выбор товара по составу, анализ новостей о новых технологиях).
- Понимает глобальные проблемы: изменение климата, энергетика, биоразнообразие, пандемии.

4. Критически оценивать научную информацию и ее источники.

В современном мире это ключевой навык:

- Отличать рецензированные научные статьи от мнения блогера.
- Понимать, что корреляция не всегда означает причинно-следственную связь.
- Видеть конфликт интересов в исследованиях.
- Оценивать достоверность новостей на научные темы.

Простыми словами:

Естественно-научно грамотный человек — это не тот, кто помнит все формулы из учебника, а тот, кто может **понять статью** о вакцинации в

газете, **обсудить** аргументы за и против, **здать правильные вопросы** и в итоге **принять личное информированное решение** для себя и своей семьи.

Почему это важно сегодня?

- **Для каждого человека:** чтобы быть осознанным потребителем, заботиться о своем здоровье и безопасности, не становиться жертвой мошенничества (например, "чудо-товаров" с псевдонаучным обоснованием).
- **Для общества:** чтобы граждане могли участвовать в демократическом обсуждении технологических и экологических проблем (строительство заводов, использование ГМО, развитие атомной энергетики) и голосовать осознанно.
- **Для экономики:** чтобы формировался кадровый потенциал для высокотехнологичных отраслей.
- **Для глобального выживания:** чтобы человечество коллективно могло решать такие проблемы, как изменение климата, основываясь на научных данных, а не на мифах.

Как измеряется?

Самый известный международный инструмент оценки — тест **PISA** (Международная программа по оценке образовательных достижений учащихся). В нем задания построены не на проверке памяти, а на **применении знаний в реальных жизненных ситуациях** (например, проанализировать график изменения климата или понять инструкцию по эксплуатации).

Итог: Естественно-научная грамотность — это **фундаментальный компонент современного образования и критического мышления**, который позволяет человеку жить в сложном технологическом мире, быть активным и ответственным гражданином. Это грамотность для жизни в XXI веке.

Региональная стажировочная площадка на базе МБОУ лицея №1 п. Нахабино была открыта с целью помочь учителям биологии, химии, географии, физики овладеть приемами формирования ЕНГ в современных условиях.

Материалы со стажировки представлены в данном методическом продукте.

2. Вот практические рекомендации для ежедневной работы учителя по развитию естественно-научной грамотности (ЕНГ). Их можно внедрять постепенно, на любом предмете естественно-научного цикла.

1. Смена фокуса: от «Что?» к «Как?» и «Почему?»

- **Каждый урок задавайте «сквозной» вопрос-проблему**, а не объявляйте тему. Не «Тема: Фотосинтез», а «Как дерево, которое весит тонны, «строит» себя практически из воздуха?» или «Могут ли люди создать искусственный лист, чтобы решить энергетические проблемы?».
- **Используйте заголовки новостей, мемы, фрагменты из фильмов** как «крючок» для начала обсуждения. Это показывает связь науки с реальной жизнью.

2. Работа с информацией — основа основ.

- **Работа с данными:** Чаще используйте **графики, диаграммы, таблицы** из реальных исследований (например, с сайта Росстата, ИРСС, медицинских журналов). Задание: «Сделайте вывод на основе этого графика. Что здесь показано, а о чем умалчивается?»
- **Практика «Ферми»:** Задавайте вопросы на оценку порядка величин. «*Сколько капель воды в ванне?*», «*Хватит ли кислорода в этом классе на весь урок?*». Это развивает числовую интуицию и умение строить модели.

3. Учебный эксперимент как исследование, а не алгоритм.

- **Превратите лабораторные работы в маленькие исследования.** Не давайте готовый алгоритм с ожидаемым результатом. Сформулируйте проблему: «От чего зависит скорость растворения сахара?». Пусть ученики сами предложат факторы (температура, перемешивание, размер куска), спланируют эксперимент (контрольная группа, переменные), проанализируют погрешности.
- **Обсуждайте неудачи.** Неудавшийся эксперимент — золотая возможность поговорить о важности контроля условий, точности измерений и о том, что в реальной науке так и бывает.
- **Используйте цифровые лаборатории (датчики) и симуляторы** (PhET, Algodoo) для моделирования процессов, которые нельзя увидеть (движение молекул, электрические цепи).

4. Дискуссии и аргументация

- **Внедряйте форматы дебатов** на спорные темы («Атомная энергетика: за и против», «Клонирование: этические границы»). Требуйте подкреплять мнение научными данными, а не эмоциями.
- **Метод «Научный круг»:** После эксперимента или изучения темы задайте вопросы по кругу: 1) *Что я наблюдал/узнал?* (факты), 2) *Как я это объясняю?* (интерпретация), 3) *Как это связано с миром?* (применение), 4) *Какие новые вопросы у меня появились?* (дальнейшее исследование).
- **«Думай-объединяйся-делись»:** Сначала каждый думает сам, затем обсуждает в паре, и только потом — общая дискуссия. Это вовлекает всех, а не только самых активных.

5. Связь с контекстом ученика

- **Проектная деятельность:** Мини-проекты, связанные с жизнью школы или района: «Экологический аудит школы (вода, свет, мусор)», «Исследование pH почвы на пришкольном участке», «Анализ пищевой ценности школьного завтрака».
- **Приглашайте экспертов** (или смотрите интервью с ними): врача, инженера, эколога, программиста. Пусть они расскажут, как наука применяется в их ежедневной работе.
- **Карьерные ориентиры:** Показывайте, какие профессии стоят за изучаемыми темами (от генетического консультанта до специалиста по возобновляемой энергетике).

6. Оценивание для обучения, а не для контроля

- **Используйте рубрики (критериальные матрицы)** для оценки исследовательских работ и проектов. Заранее покажите ученикам критерии: формулировка гипотезы, планирование эксперимента, анализ данных, качество выводов.
- **Давайте задания «со звездочкой»** — дополнительные, более сложные вопросы для любознательных (например, «Предложи дизайн эксперимента для проверки этой гипотезы»).
- **Оценивайте не только результат, но и процесс:** умение задавать вопросы, работать в группе, аргументировать.

7. Что может делать учитель каждый день (практические «фишки»)

- **«Вопрос дня»:** На доске — провокационный вопрос, не связанный напрямую с темой урока («Почему небо голубое?», «Почему хлеб мягкий, а сухарь твердый?»). Обсуждаем 5 минут в начале или в конце.
- **«Найди ошибку»:** Предложите текст, схему или график с преднамеренной научной ошибкой. Пусть найдут и обоснуют.

- **«Объясни пятилетнему ребенку/бабушке/инопланетянину»:** Это лучший способ проверить глубинное понимание концепции, без использования сложных терминов.
- **Ведите «Журнал научных новостей»:** Ученики раз в неделю приносят и кратко представляют одну интересную научную новость, объясняя ее суть и значимость.

Ключевой принцип:

Ваша главная задача — не передать сумму знаний (они устаревают и есть в интернете), а **сформировать научный образ мышления**. Создавайте на уроках среду любопытства, здорового скепсиса и уважения к фактам. Показывайте, что наука — это не скучные параграфы, а увлекательный и мощный способ познания и изменения мира.

1. Мастер-класс по химии «Формирование естественнонаучной грамотности у обучающихся 8-11 классов на уроках химии и во внеурочной деятельности на основе технологии проблемного обучения и межпредметных связей» (Алтынникова Н.А., учитель химии высшей категории)

Естественно-научная грамотность (ЕНГ) является одним из аспектов функциональной грамотности.

Естественнонаучная грамотность – это способность учащихся использовать естественнонаучные знания для отбора в реальных жизненных ситуациях тех проблем, которые могут быть исследованы и решены с помощью научных методов, для получения выводов, основанных на наблюдениях и экспериментах, необходимых для понимания окружающего мира и тех изменений, которые вносит в него деятельность человека, а также для принятия соответствующих решений».

Ученик, обладающий естественнонаучной грамотностью, должен проявлять следующие компетенции:

- научно объяснять явления;
- понимать особенности естественнонаучного исследования;
- научно интерпретировать данные и использовать доказательства для получения выводов.

Разработка заданий на формирование ЕНГ достаточно сложна, в ней нужно учесть много факторов. Задания должны быть не только привязаны к реальности, но и соответствовать возрасту детей и их когнитивным особенностям. Они должны быть системными, содержать много фактов. Задания должны содержать реальные жизненные ситуации, которые можно описать, объяснить или исследовать с использованием имеющегося у учащихся запаса естественнонаучных знаний.

На уроках химии современный учитель должен использовать задания по формированию и оцениванию ЕНГ.

В чем заключаются основные отличия заданий, которые можно использовать на уроках для формирования компетенций ЕНГ от обычных заданий по химии?

- это не типичные учебные задачи по химии, характерные для школы;
- это задачи близкие к реальным проблемным ситуациям;
- это задачи, связанные с разнообразными аспектами окружающей жизни;
- это задачи, содержание задания которых должно формироваться, основываясь на следующих контекстах: здоровье, природные ресурсы, окружающая среда, опасности и риски, связь науки и технологий;
- это задачи, которые требуют для своего решения не только знаний по

химии, но и сформированных метапредметных умений;

- эти задачи должны оцениваться по четко сформулированным критериям.

Примеры заданий, которые можно использовать на уроках химии.

Компетенция «Научное объяснение явлений».

Задания с низким познавательным уровнем.

Пример 1. Тема Растворы. Решение задач на вычисление массовой доли растворенного вещества. 8 класс.

Задача. Фармацевту необходимо приготовить 5%-ный раствор йода, который используют для обработки ран. Какой объем раствора он может приготовить из 10 г кристаллического йода, если плотность раствора должна быть 0,950г/мл?

Компетенция	ЕНГ 1. Научное объяснение явления
Проверяемое умение универсального характера	ЕНГ 1.1Применить естественнонаучные знания для анализа ситуации/проблемы.
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы. Математическая грамотность.
Контекст	Личностный
Когнитивный уровень	низкий
Формат вопроса	Задание с открытым ответом

Критерии

1. Вычислен объем раствора – 2 балла
2. Вычислена масса раствора - 1балл
3. Другие ответы или ответ отсутствует– 0 баллов

Пример 2. Тема Углерод. Соединения углерода. 9 класс.

Жесткость воды – совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворенных солей щелочноземельных металлов, главным образом кальция и магния. Вода с большим содержанием таких солей называется жесткой, с малым содержанием – мягкой. Жёсткость воды бывает временной и постоянной. Временная (карбонатная) обусловлена присутствием в воде растворимых гидрокарбонатов кальция и магния. Называется она так потому, что их устраняют кипячением воды. Последствием временной жесткости является образование накипи в чайниках, трубах отопления и т.д.

Вопрос: выбери уравнения химических реакций, которые отражают

процессы происходят при кипячении воды.

- 1) $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 \downarrow + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2$
- 3) $\text{MgSO}_4 + \text{Ca}(\text{OH})_2 = \text{Mg}(\text{OH})_2 + \text{CaSO}_4$
- 4) $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2 = \text{MgCO}_3 \downarrow + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$

Компетенция	ЕНГ 1. Научное объяснение явления
Проверяемое умение универсального характера	ЕНГ1. Выбрать объяснение, наиболее полно отражающее описанные процессы.
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	Глобальный
Когнитивный уровень	низкий
Формат вопроса	Задание с выбором ответа

Критерии

1. Даны два верных ответа – 2 балла
2. Дан один верный ответ - 1балл
3. Другие ответы или ответ отсутствует– 0 баллов

Пример 3. Тема «Соли» 8 класс. / Тема «Галогены». 9 класс.

Средний познавательный уровень.

Зимой хлорид натрия, смешанный с другими солями, песком или глиной – так называемая техническая соль – применяется как антифриз против гололёда.

До сих пор техническая соль может считаться эффективным противогололёдным средством.

Вопрос.

- 1) Какое свойство соли обусловило такое её применение в народном хозяйстве?
- 2) Какую роль играет песок в используемой смеси?

Компетенция	ЕНГ 1. Научное объяснение явлений.
Проверяемое умение универсального характера	ЕНГ1.1Применить естественнонаучные знания для анализа ситуации.
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	Местный/национальный
Когнитивный уровень	средний
Формат вопроса	Задание с открытым ответом.

Ответ:

- 1) соль поглощает воду и превращается в раствор, температура

замерзания которого ниже, чем у воды;

2) песок удерживает раствор, не даёт раствору стекать с дороги; уменьшает скользкость дороги

Критерии

1. Даны два верных ответа – 2 балла

2. Дан один верный ответ - 1балл

3. Другие ответы или ответ отсутствует– 0 баллов

Компетенция «Понимание особенностей естественнонаучного исследования».

Пример 1. Тема «Галогены». 9 класс.

Этот пример показывает, как опираясь на один текст, можно дать задания разного когнитивного уровня.

1. Вездесущий иод.

1.Иод – это кристаллическое вещество чёрно-серого цвета с металлическим блеском.

2.Обладает замечательным свойством: при нагревании, не плавясь, т.е. минуя жидкое состояние, переходит в газообразное состояние.

3. Пары иода имеют резкий запах и фиолетовую окраску, откуда и произошло название данного элемента – «фиалковый» (греч.).

4 В виде свободного вещества ядовит: при вдыхании паров иода появляется головная боль, кашель, насморк, может быть отёк лёгких.

5. Иод – это редкий элемент, его содержание в земной коре составляет около одной стотысячной процента.

6 Вместе с тем с помощью современных методов анализа можно обнаружить присутствие хотя бы незначительных следов иода в почве, воде, растениях, организмах животных.

7. Морские водоросли накапливают иод.

8 «Иод вездесущий», – писал о нём академик А.Е. Ферсман.

9.Особую роль иод играет в жизни животных и человека.

10. Добавление небольших доз иода в корм скоту увеличивает удои молока у коров, ускоряет рост шерсти у овец, повышает яйценоскость кур.

11. При недостатке иода у человека нарушается интеллект, развивается базедова болезнь, которая обусловлена сбоем в выработке гормона и нарушением функционирования щитовидной железы.

12. Наибольшую славу иод приобрёл благодаря активному использованию в качестве средства для дезинфекции кожи вокруг места повреждения.

13. Другое применение спиртовой настойки иода в домашних условиях – нанесение иодной сетки на кожу в месте ушиба, шишки (гематомы).

Низкий познавательный уровень.

1. Прочитайте предложения под номерами 2, 3, 6, 11. Выпишите номера предложений в которых говорится о иоде, как простом веществе.
2. Укажите положение иода в Периодической системе химических элементов. Определите число электронов, протонов, нейтронов в атоме элемента.

Компетенция	ЕНГ 2. Понимание особенностей естественнонаучного исследования.
Проверяемое умение универсального характера	Интерпретировать результаты исследований. Сделать выводы.
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	личностный
Когнитивный уровень	низкий
Формат вопроса	Задание с открытым ответом.

Критерии

1. Даны два верных ответа – 2 балла
2. Дан один верный ответ - 1балл
3. Другие ответы или ответ отсутствует– 0 баллов

Средний познавательный уровень.

- 1.С учётом расположения иода в Периодической системе химических элементов объясните твёрдое агрегатное состояние иода и наличие у него металлического блеска.

Компетенция	ЕНГ 2. Понимание особенностей естественнонаучного исследования.
Проверяемое умение универсального характера	Использовать и применять понятийное знание для описания или объяснения явлений и процессов.
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	личностный
Когнитивный уровень	средний
Формат вопроса	Задание с открытым ответом.

Критерии

1. Даны два верных ответа – 2 балла
2. Дан один верный ответ - 1балл
3. Другие ответы или ответ отсутствует– 0 баллов

Высокий познавательный уровень.

Известно, что во многих районах нашей страны в пище человека и кормах для животных содержится недостаточное количество иода. Как эта проблема решается в нашем государстве? Почему выбран именно такой вариант?

Компетенция	ЕНГ 2. Понимание особенностей естественнонаучного исследования.
Проверяемое умение универсального характера	Анализировать информацию из различных областей естествознания, обобщать и оценивать доказательства, формулировать выводы, учитывая несколько источников информации, разрабатывать план, ведущий к правильному ответу.
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	Местный/национальный
Когнитивный уровень	высокий
Формат вопроса	Задание с открытым ответом.

Критерии

1. Даны два верных ответа – 2 балла
2. Дан один верный ответ - 1балл
3. Другие ответы или ответ отсутствует– 0 баллов

Компетенция. «Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов».

Тема «алюминий». 9 класс.

Полезный алюминий.

1. Алюминий –это металл, хорошо освоенных человеком из-за доступности для получения из руды и малой температуры плавления. Этот металл не встречается в природе в самородном виде, в отличии от меди, золота и серебра, которые обладают крайне низкой химической активностью. В промышленности большое значение имеют некоторые горные породы и минералы, содержащие алюминий, наиболее известны из них Бокситы $Al_2O_3 \cdot nH_2O$ и **Корунд Al_2O_3** . В чистом виде алюминий – металл серебристо-белого цвета с металлическим блеском, легкий. Исключительно хороший тепло- и электропроводник, что способствует его активному применению в быту и промышленности. Алюминий также называют «крылатым» металлом.
2. По химическим свойствам алюминий металл средней активности, при определенных условиях взаимодействует с водой, с разбавленными кислотами. Алюминий легко вступает во взаимодействие с неметаллами, так как является хорошим восстановителем. В настоящее время активно используются сплавы алюминия. Наиболее известный из них является

дюралюмин. Алюминий является необходимым элементом для всех высших растений, животных и человека. Здоровому взрослому человеку необходимо поступление алюминия в количестве 0,1 мг в день. Наибольшее его количество содержится в овсяных хлопьях, зернах ржи, пшеницы, сухарях и сдобе. Важно заметить, что риски для здоровья человека от недостатка алюминия в организме многократно ниже, чем риски от его избытка.

Средний познавательный уровень.

Вопрос 1. Расположите названные в тексте металлы в порядке снижения их химической активности.

Компетенция	ЕНГ 3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Проверяемое умение универсального характера	анализировать, интерпретировать данные и делать соответствующие выводы
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	личностный
Когнитивный уровень	средний
Формат вопроса	Задание с открытым ответом.

Ответ: Al → Cu → Ag → Au

Критерии 1.

Приведён верный порядок изменения активности металлов - 1балл

Другие ответы или ответ отсутствует – 0 баллов

Вопрос 2. Заполните пустые клетки в таблице на основании соответствия между физическим свойством алюминия и изделием (продуктом производства), получаемом на основании этого свойства

Физическое свойство	Изделие, продукт
?	Корпус самолета
теплопроводность	?
?	Провод, кабель

Компетенция	ЕНГ 3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Проверяемое умение универсального характера	преобразовывать одну форму представления данных в другую
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	личностный

Когнитивный уровень	средний
Формат вопроса	Задание с открытым ответом.

Критерии

1. Верно заполнена таблица, т.е. приведены три недостающих компонента в таблице: легкость – корпус самолета; эл.проводность – эл. провода (кабель, контакты); теплопроводность – кухонная посуда (ковши, кастрюли, сковороды) -2 балла
 2. Заполнены два недостающих пропуска в таблице- 1балл
 3. Другие ответы или ответ отсутствует – 0 баллов
- Высокий познавательный уровень.

Вопрос 3. К какому классу веществ относится продукт взаимодействия алюминия с неметаллами? Приведите пример уравнения одной из реакций. Дайте названия образующимся продуктам реакции.

Компетенция	ЕНГ 3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
Проверяемое умение универсального характера	преобразовывать одну форму представления данных в другую
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	личностный
Когнитивный уровень	высокий
Формат вопроса	Задание с открытым ответом.

Критерии

1. Верно указан класс продукта реакции и составлено уравнение реакции-2 балла
2. Верно указан класс продукта реакции или составлено уравнение реакции -1балл
3. Другие ответы или ответ отсутствует– 0 баллов

Вопрос 4. Из алюминия, благодаря его физическим свойствам, изготавливают кухонную посуду для приготовления пищи. Такая посуда отличается невысокой стоимостью.

«Немедленно выбросьте алюминиевые кастрюли! Вы запекаете мясо в фольге? Не делайте этого!» — слышали такие высказывания? Особенно часто их повторяют сторонники ЗОЖ. Сколько в них правды, а сколько устаревших стереотипов? Сформулируйте гипотезу, объясняющую с химической точки зрения причину появления таких мнений. Насколько они верны?

Компетенция	ЕНГ 3. Интерпретация данных и использование научных доказательств для получения выводов
-------------	---

Проверяемое умение универсального характера	оценивать с научной точки зрения аргументы и доказательства из различных источников
Типы научного знания	Знание содержания
Содержание	Химические системы
Контекст	Местный/национальный.
Когнитивный уровень	высокий
Формат вопроса	Задание с открытым ответом.

4. Мастер-класс «Компьютерные модели физических явлений как способ повышения эффективности уроков физики в рамках естественно-научного образования»

1. Суть и цель использования

- **Цель:** Сформировать естественно-научную грамотность (ЕНГ) — способность использовать научные знания для исследования, объяснения явлений и принятия решений.
- **Средство:** Компьютерное моделирование — интерактивное представление абстрактных или недоступных для школьного эксперимента физических процессов.
- **Главная задача:** Перевести урок от пассивного усвоения формул к активному исследованию, где ученик становится «исследователем».

2. Решаемые проблемы традиционного урока

- **Невидимость** процессов (движение молекул, силовые поля).
- **Невозможность** эксперимента (ядерные реакции, космос).
- **Опасность** или дороговизна опытов.
- **Абстрактность** понятий (потенциал, квантовые эффекты).
- **Медленность** реального эксперимента (диффузия, колебания).

3. Ключевые преимущества компьютерных моделей (КМ)

- **Наглядность:** Визуализация невидимого (строение атома, линии магнитного поля).
- **Интерактивность:** «Что, если...?» — мгновенный отклик на изменение параметров (масса, скорость, заряд).
- **Идеализация:** Изучение закона в чистом виде (отсутствие трения, идеальный газ).
- **Безопасность и доступность:** Моделирование опасных или дорогих процессов.
- **Исследовательский характер:** Ученик сам ставит «цифровой эксперимент», выявляет закономерности.

4. Как модели развивают ЕНГ? Практические приёмы

Примеры платформ: PhET, «Живая Физика», Open Source Physics.

Компонент ЕНГ	Как развивается через КМ	Пример задания
Объяснение явлений	Наблюдение причинно-следственных связей в изменяемых условиях.	«Установи, как зависит дальность полёта тела от угла броска. Объясни, почему есть оптимальный угол».
Оценка и планирование исследований	Проектирование виртуального эксперимента для проверки гипотезы.	«Спланируй и проведи на модели опыт, подтверждающий, что период маятника не зависит от массы груза».
Интерпретация данных	Анализ графиков и показаний, которые генерирует модель.	«Измени сопротивление в цепи. Сделай вывод о виде зависимости силы тока от сопротивления по графику».
Критическое мышление	Обсуждение границ применимости и упрощений в модели.	«Чем модель движения спутника отличается от реальности? Какие факторы она не учитывает?»

5. Этапы урока с использованием КМ

- 1. Постановка проблемы** (Устно или через демонстрацию модели).
 - «Что будет, если увеличить жёсткость пружины в колебательной системе?»
- 2. Выдвижение гипотез** учениками.
- 3. Планирование «эксперимента»** на модели: какие параметры менять, что измерять.
- 4. Самостоятельная работа** с моделью в парах/индивидуально по исследовательскому листу-гиду.
- 5. Анализ результатов**, формулировка выводов.

6. **Рефлексия:** Обсуждение, как модель помогла понять явление, и в чём её **ограничения**.

6. Риски и как их избежать

- **Риск:** Подмена реального опыта виртуальным.
- **Решение:** Сочетать КМ с реальными лабораторными работами. Обсуждать различия.
- **Риск:** Механическое «нажимание кнопок» без понимания.
- **Решение:** Чёткая исследовательская задача и обязательное обсуждение результатов.
- **Риск:** Восприятие модели как «правды в последней инстанции».
- **Решение:** Обязательный этап **обсуждения упрощений** модели.

7. Вывод

Компьютерные модели — это **мощный дидактический инструмент**, который:

- Повышает **мотивацию** и **наглядность**.
- Делает урок **деятельностным** и **исследовательским**.
- Прямо развивает **ключевые компетенции** естественно-научной грамотности.
- Требуеt от учителя **перехода от роли лектора к роли организатора познавательной деятельности**.

Итог: Грамотное включение КМ в уроки физики переводит обучение с уровня «знаю формулы» на уровень **«понимаю, как устроен мир, и могу это исследовать»**, что и является главной целью современного естественно-научного образования.

5.Разберем уравнение Харди-Вайнберга комплексно: и с математической, и с методической точек зрения.

1. Уравнение Харди-Вайнберга

Это математическая модель, которая описывает, как частоты аллелей и генотипов в идеальной популяции остаются постоянными из поколения в поколение при отсутствии эволюционных факторов. Это — нулевая гипотеза для популяционной генетики. Если частоты меняются, значит, на популяцию что-то действует (идет эволюция).

Условия выполнения принципа (идеальная популяция):

1. Неограниченно большая популяция.
2. Случайное скрещивание (панмиксия).
3. Отсутствие мутаций.

4. Отсутствие миграций (притока или оттока генов).
5. Отсутствие естественного отбора.

В природных популяциях закон Харди-Вайнберга в чистом виде не выполняется. Но несмотря на это, данный закон отражает процессы, происходящие в генофондах природных популяций.

Математическая модель и решение задач

Рассмотрим один аутосомный ген с двумя аллелями A и a .

p — частота доминантного аллеля A в популяции ($0 \leq p \leq 1$)

q — частота рецессивного аллеля a в популяции ($0 \leq q \leq 1$)

Поскольку других аллелей нет, справедливо уравнение:

$$p + q = 1$$

Вывод уравнения для генотипов: в результате случайного скрещивания (панмиксии) гаметы встречаются пропорционально частотам аллелей.

Гаметы	♂ A (p)	♂ a (q)
♀ A (p)	AA (p^2)	Aa (pq)
♀ a	Aa (pq)	aa (q^2)

Суммируя вероятности, получаем уравнение Харди-Вайнберга для частот генотипов:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Где:

p^2 — частота (доля) гомозигот AA

$2pq$ — частота (доля) гетерозигот Aa

q^2 — частота (доля) гомозигот aa

Типовые задачи и алгоритмы их решения

Задача 1. Нахождение частот аллелей и генотипов

Известно, что в популяции 16% особей имеют рецессивный признак (генотип aa). Найдите частоту доминантного аллеля A и частоту гетерозигот Aa .

Решение:

1. Из условия: $q^2 = 0.16$ (частота генотипа aa).
2. Находим q (частоту аллеля a): $q = \sqrt{0.16} = 0.4$.
3. Находим p (частоту аллеля A): $p = 1 - q = 1 - 0.4 = 0.6$.
4. Находим частоту гетерозигот $2pq$: $2 * 0.6 * 0.4 = 0.48$.
5. Ответ: частота аллеля $A = 0.6$, частота гетерозигот = 0.48 (или 48%).

Задача 2: Учет "неполного" проявления признака

Условие: Альбинизм у человека определяется рецессивным аллелем. Среди 84000 рожденных детей было обнаружено 4 альбиноса. Оцените частоту

носителей аллеля альбинизма в этой популяции.

Решение:

1. Ключевая сложность: мы можем идентифицировать только гомозигот по рецессивному аллелю (альбиносов, aa). Гетерозиготы (Aa) и доминантные гомозиготы (AA) фенотипически неразличимы.
2. Частота генотипа aa: $q^2 = 4 / 84000 \approx 0.0000476$.
3. Частота аллеля a: $q = \sqrt{0.0000476} \approx 0.0069$.
4. Частота аллеля A: $p = 1 - 0.0069 \approx 0.9931$.
5. Частота носителей (гетерозигот Aa): $2pq = 2 * 0.9931 * 0.0069 \approx 0.0137$.
6. Ответ: Около 1.37% людей в популяции являются носителями аллеля альбинизма. Это показывает, что редкий аллель "скрыт" в гетерозиготах.

Задача 3. На проверку равновесия.

В популяции обнаружено: 50% AA, 40% Aa, 10% aa. Находится ли популяция в равновесии Харди-Вайнберга?

Решение:

1. Находим наблюдаемые частоты аллелей из данных о генотипах.
 $p = (2 * AA + Aa) / (2 * \text{общее число}) = (2*0.5 + 0.4) / 2 = (1 + 0.4)/2 = 0.7$
 $q = (2 * aa + Aa) / 2 = (2*0.1 + 0.4)/2 = (0.2+0.4)/2 = 0.3$ (или $1 - 0.7 = 0.3$)
2. Рассчитываем ожидаемые частоты генотипов по формуле Х-В:
 $AA = p^2 = (0.7)^2 = 0.49$
 $Aa = 2pq = 2 * 0.7 * 0.3 = 0.42$
 $aa = q^2 = (0.3)^2 = 0.09$
3. Сравниваем наблюдаемые и ожидаемые значения:
Набл: 0.50, 0.40, 0.10
Ожид: 0.49, 0.42, 0.09

Значения не совпадают. Популяция не находится в равновесии Харди-Вайнберга (вероятно, действует один из эволюционных факторов).

2. Советы для учителей биологии по объяснению темы

Объяснение этой темы нужно строить на преодолении двух барьеров: математического и концептуального.

1. Начинайте с биологии, а не с формулы.

Исторический контекст: Расскажите о заблуждении, что доминантный признак должен "вытеснять" рецессивный. Объясните, что Харди и Вайнберг показали ошибочность этого мнения. Они доказали, что в идеальной популяции частоты встречаемости как доминантных, так и рецессивных аллелей остаются постоянными из поколения в поколение при отсутствии эволюционных факторов.

Приведите аналогию с колодой карт. В ней есть карты разных мастей и достоинств, подобно тому как в популяции есть разные гены.

Основные принципы аналогии:

- Каждая карта — это отдельный ген
- Масти и достоинства — различные аллели генов
- Колода — популяция организмов

Если мы:

- Тщательно перемешиваем колоду (происходит случайное скрещивание)
- Не выбрасываем карты (отсутствуют отбор, мутации, миграции)
- Сохраняем постоянный размер колоды (популяция стабильна)

То вероятность вытащить карту определенного достоинства (например, туза) остается неизменной от раза к разу. Точно так же в популяции при соблюдении определенных условий частоты аллелей остаются постоянными, и рецессивные признаки не исчезают, а продолжают существовать наряду с доминантными.

Эта аналогия наглядно показывает, что доминантные признаки не "вытесняют" рецессивные, а сосуществуют с ними в определенном соотношении.

2. Визуализируйте и упрощайте вывод формулы

А) "Квадрат Пеннета" — ваш лучший друг. Покажите, как встреча гамет приводит к образованию генотипов.

Квадрат Пеннета помогает:

- Предсказать вероятность появления определённых признаков
- Понять закономерности наследования
- Рассчитать соотношение генотипов в потомстве

Б) Физическая модель: Используйте два мешка с разноцветными шарами (например, красные А и синие а). Частота шаров — это р и q. Последовательное вытаскивание двух шаров (с возвращением) моделирует образование зиготы. Проведите несколько "поколений" и покажите, что частоты остаются стабильными.

3. Делайте акцент на условиях, а не на самом уравнении

- Главный вопрос: Не "какова формула?", а "при каких условиях она работает?".
- Предложите ученикам свою или известную мнемонику для запоминания 5 условий, например, Большая Популяция, Случайные Браки, Без Мутаций, Миграций, Отбора.
- Обсуждайте, что бывает, если условия нарушаются: "Что будет с q, если появится отбор против рецессивного признака?" (q уменьшится). Это связывает статическую модель с динамикой эволюции.

4. Алгоритмизируйте решение задач

· Дайте четкий пошаговый план:

1. Определи, какой генотип/признак дан в условии.

2. Запиши, чему равна его частота (q^2 для рецессивного гомозиготы, p^2 для доминантного, $2pq$ для гетерозиготы).

3. Найди p и q из уравнения $p + q = 1$.

4. Подставь найденные значения в нужную часть формулы $p^2 + 2pq + q^2 = 1$, чтобы найти ответ на вопрос задачи.

- Тренируйтесь на задачах с разным "входом":
- Дан рецессивный признак (самый частый случай).
- Дан доминантный признак (нужно вычесть долю рецессивных).
- Дан один из аллелей в выборке (например, в группе крови).

5. Подчеркивайте практическую значимость

· Для медицины: Объясните, как зная частоту рождения детей с наследственным заболеванием (q^2), можно оценить долю носителей ($2pq$) в популяции. Это важно для генетического консультирования.

· Для экологии и охрана природы: Маленькие изолированные популяции (зоопарки, заповедники) не удовлетворяют условию "большая популяция". В них действует дрейф генов, и уравнение Х-В не работает, что ведет к потере генетического разнообразия.

6. Используйте технологии

- Онлайн-симуляции: Найдите в интернете симуляции популяции, где можно менять параметры (отбор, размер популяции) и в реальном времени видеть, как меняются p и q . Это мощнейший инструмент для понимания.

Ваша цель — не научить механически подставлять цифры в формулу, а сформировать понимание того, что это — модель, которая позволяет количественно оценивать ход эволюционных процессов. Успех в том, чтобы ученик мог сказать: "Популяция не в равновесии, значит, на нее что-то действует", и предположить, что именно.

КЕЙС ЗАДАНИЙ ПО ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ

«ЧЕЛОВЕК И ПЛАНЕТА»

ТЕКСТ 1: «ЛЕДНИКИ: ХРАНИТЕЛИ ХОЛОДА И ИНДИКАТОРЫ КЛИМАТА»

Ледники — это огромные массы природного льда, образованные из снега, который накапливался и уплотнялся веками. Они покрывают около 10% суши Земли и содержат около 75% мировых запасов пресной воды. Ледники действуют как гигантские «кондиционеры» планеты, играя ключевую роль в глобальном климате.

Одна из важнейших функций ледников — высокое альbedo. Альbedo — это способность поверхности отражать солнечную радиацию. Свежий снег и лед отражают до 80-90% солнечного света, отправляя энергию обратно в космос. Темные поверхности, такие как океанская вода или земля, поглощают до 90% тепла. Когда ледники тают, они обнажают менее отражающие поверхности или талая вода образует темные озера на льду, которые поглощают больше тепла, что ускоряет дальнейшее таяние. Этот процесс называется положительной обратной связью.

Таяние ледников — это не только потеря запасов пресной воды для миллионов людей. Оно приводит к повышению уровня Мирового океана, угрожая прибрежным городам и экосистемам. Кроме того, под многометровой толщей льда Гренландии и Антарктиды могут быть «законсервированы» древние вирусы и бактерии, к которым у современной биосферы нет иммунитета. Их высвобождение — потенциальный, но плохо изученный риск.

Ученые используют различные методы для мониторинга ледников: спутниковые снимки, измерение массы с помощью гравиметрических спутников (например, миссии GRACE), полевые исследования и установка автоматических метеостанций. Данные показывают, что скорость таяния большинства ледников мира с 2000 года резко возросла.

ЗАДАНИЯ К ТЕКСТУ 1:

1.1. Извлечение информации. Объясните своими словами, что такое альbedo и какова его роль в климатической системе Земли.

1.2. Понимание и интерпретация. Опишите механизм «положительной обратной связи», упомянутый в тексте, в контексте таяния ледников. Почему этот процесс называется «положительным», если его последствия негативны?

1.3. Оценка и анализ. Ученые считают таяние ледников серьезной проблемой. Используя информацию из текста, приведите два прямых и один косвенный или потенциальный аргумент в поддержку этого мнения.

1.4. Применение знаний в жизни. Представьте, что вы инженер, работающий в прибрежном городе. Какие данные о ледниках будут для вас наиболее важны при проектировании новой набережной или защитных сооружений? Объясните свой выбор.

1.5. Оценка доказательств и методов. Текст упоминает несколько методов мониторинга ледников. Какой из них, по вашему мнению, может дать наиболее точные данные об изменении массы ледника, а какой — о изменении его площади? Обоснуйте.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ И ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

Общие принципы оценивания:

- **1 балл** — дан полный и точный ответ, соответствующий эталону.
- **0,5 балла** — ответ неполный, содержит неточности или частично правильный.
- **0 баллов** — ответ отсутствует, неверен или не относится к вопросу.

ОТВЕТЫ К ТЕКСТУ 1:

1.1. Эталон: Альbedo — это способность поверхности отражать солнечное излучение. Высокое альbedo льда и снега (они отражают большую часть солнечных лучей) помогает охлаждать планету, отправляя энергию обратно в космос.

1.2. Эталон: Механизм: Таяние ледников → уменьшение площади светлой поверхности (льда) с высоким альbedo → увеличение площади темной поверхности (воды, земли) с низким альbedo → больше тепла поглощается →

температура повышается → таяние усиливается. Он называется «положительной обратной связью», потому что результат процесса (потепление) усиливает сам процесс (тает еще больше льда). В науке «положительный» означает «усиливающий», а не «хороший».

1.3. Эталон:

- **Прямые аргументы:** 1) Повышение уровня моря, угроза прибрежным зонам.
2) Потеря запасов пресной воды для населения.
- **Косвенный/потенциальный аргумент:** Риск высвобождения древних патогенов (вирусов, бактерий).

1.4. Эталон: Наиболее важны данные о скорости таяния ледников и прогнозы повышения уровня Мирового океана. Эти данные помогут рассчитать необходимую высоту и прочность защитных сооружений, чтобы они были эффективны на протяжении десятков лет.

1.5. Эталон:

- **Масса:** Наиболее точны данные гравиметрических спутников (миссии **GRACE**), так как они измеряют изменения гравитационного поля Земли, которое напрямую связано с массой льда.
- **Площадь:** Наиболее точны спутниковые снимки в оптическом или радиодиапазоне, позволяющие визуально определить границы ледника и рассчитать его площадь.

Максимальный балл за весь кейс: 15 (по 1 баллу за каждый из 15 вопросов).

ТЕКСТ 2: «НЕВИДИМАЯ УГРОЗА: МИКРОПЛАСТИК И БИОЛОГИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМ»

Ежегодно в мировой океан попадает до 12 миллионов тонн пластиковых отходов. Под воздействием солнца, волн и ветра крупные предметы распадаются на частицы размером менее 5 мм — микропластик. Эти частицы практически невозможно удалить из воды традиционными фильтрами. Они накапливаются в организмах морских животных, попадают в пищевые цепи и, в конечном итоге, обнаруживаются в воде, пище и даже в организме человека.

Один из перспективных методов решения проблемы — биоремедиация,

использование живых организмов для очистки среды. Ученые обнаружили, что некоторые бактерии (например, *Ideonella sakaiensis*) и грибы могут производить ферменты (полиэстеразы), способные расщеплять химические связи в пластике (например, ПЭТ) на безвредные мономеры, которые затем усваиваются микроорганизмами.

Однако этот метод имеет ограничения. Во-первых, процесс биодegradации идет очень медленно (недели и месяцы). Во-вторых, разные типы пластика (полиэтилен, полипропилен, полистирол) требуют разных, специфичных ферментов. В-третьих, эффективность бактерий резко падает в холодной или, наоборот, слишком горячей воде, а также при высокой солености. Кроме того, ученые изучают потенциальные риски: не вызовет ли массовое внедрение таких бактерий дисбаланс в естественных экосистемах?

Исследования продолжаются в двух направлениях: поиск и генетическая модификация более эффективных штаммов бактерий и создание промышленных биореакторов, где такие микроорганизмы будут перерабатывать собранный микропластик в контролируемых условиях.

ЗАДАНИЯ К ТЕКСТУ 2:

2.1. Извлечение информации. Что такое микропластик и каков основной путь его попадания в организмы морских животных и человека?

2.2. Понимание и интерпретация. Объясните принцип работы биоремедиации с использованием бактерий для борьбы с пластиковым загрязнением. Какая молекула (фермент) является ключевой в этом процессе?

2.3. Оценка и анализ. Оцените перспективность метода биоремедиации для очистки открытого океана от микропластика. Используя информацию из текста, приведите одно преимущество этого метода и два его существенных ограничения.

2.4. Применение знаний в жизни. В вашем регионе планируют построить новый современный завод по сортировке и переработке мусора. Какую идею, основанную на принципе биоремедиации, вы могли бы предложить для включения в проект этого завода? Опишите кратко ее суть.

2.5. Оценка доказательств и методов. Почему ученые рассматривают вариант переработки пластика в промышленных биореакторах, а не просто

распыление бактерий в океане? Приведите две причины, основанные на тексте.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ И ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

Общие принципы оценивания:

- **1 балл** — дан полный и точный ответ, соответствующий эталону.
- **0,5 балла** — ответ неполный, содержит неточности или частично правильный.
- **0 баллов** — ответ отсутствует, неверен или не относится к вопросу.

ОТВЕТЫ К ТЕКСТУ 2:

2.1. Эталон: Микропластик — это частицы пластика размером менее 5 мм. Основной путь попадания — **пищевая цепь**: мелкие организмы (зоопланктон) поедают частицы, их поедают рыбы, которых, в свою очередь, может съесть человек или более крупные животные.

2.2. Эталон: Принцип: специальные бактерии производят ферменты (например, полиэстеразы), которые расщепляют длинные молекулы пластика (полимеры) на мелкие составляющие (мономеры). Эти мономеры бактерии используют как пищу, превращая пластик в безвредные вещества (воду, CO₂, биомассу). **Ключевая молекула — фермент.**

2.3. Эталон:

- **Преимущество:** Метод может полностью уничтожить пластик, превратив его в безопасные вещества (в отличие от сбора, который просто перемещает мусор).
- **Ограничения:** 1) Очень медленная скорость процесса. 2) Эффективность зависит от типа пластика и условий среды (температура, соленость). (Можно также указать риск нарушения экосистем).

2.4. Эталон: Можно предложить создать на заводе цех **биологической переработки**. В промышленных биореакторах с отобранными бактериями можно будет перерабатывать отсортированный и измельченный пластик, который сложно переработать механически (например, загрязненную пленку). Продуктом могут быть биогаз или компост.

2.5. Эталон: 1) В биореакторе можно создать и контролировать **идеальные**

условия (температуру, pH, питательную среду) для максимальной скорости работы бактерий, чего нельзя сделать в океане. 2) Это позволяет **избежать рисков** для природных экосистем от выпуска генетически модифицированных или нехарактерных для данной среды бактерий.

Максимальный балл за весь кейс: 15 (по 1 баллу за каждый из 15 вопросов).

ТЕКСТ 3: «ГОРОДСКОЙ ОСТРОВ ТЕПЛА: КОГДА БЕТОН НАГРЕВАЕТСЯ СИЛЬНЕЕ ЛЕСА»

Явление «городского острова тепла» (Urban Heat Island, UHI) описывает ситуацию, когда температура в городе значительно выше, чем в окружающих сельских районах. Разница может достигать 3-10°C, особенно заметна ночью и в безветренную погоду.

Основные причины формирования UHI:

1. **Материалы.** Асфальт, бетон, кирпич и металл обладают высокой теплоемкостью и теплопроводностью. Они активно поглощают солнечное тепло днем и медленно отдают его ночью.
2. **Отсутствие растительности.** В городах мало деревьев и водоемов. Растения охлаждают воздух за счет транспирации — испарения воды с поверхности листьев, что требует тепловой энергии.
3. **Антропогенное тепло.** Работа транспорта, промышленных предприятий, систем кондиционирования и отопления напрямую выделяет дополнительное тепло.
4. **Геометрия города.** Высокие здания создают «городские каньоны», которые задерживают и переизлучают тепло, затрудняют продувание ветром.

Последствия UHI серьезны: увеличение расходов на электроэнергию (кондиционирование), ухудшение качества воздуха (усиление фотохимического смога), тепловой стресс у населения и диких животных, изменение локальных осадков.

Стратегии смягчения UHI включают: создание «зеленых крыш» и стен, увеличение количества парков и водоемов, использование «холодных»

(светоотражающих) материалов для дорожных покрытий и крыш, грамотное городское планирование для создания «коридоров проветривания».

ЗАДАНИЯ К ТЕКСТУ 3:

3.1. Извлечение информации. Перечислите четыре основные причины, указанные в тексте, которые приводят к формированию «городского острова тепла».

3.2. Понимание и интерпретация. Объясните, как два природных процесса — **теплоемкость** материалов и **транспирация** растений — оказывают противоположное влияние на температуру в городе.

3.3. Оценка и анализ. Городские власти выбирают стратегию борьбы с УНІ. Они рассматривают два варианта: **массовая высадка деревьев в парках** и **покраска всех крыш в белый цвет (использование «холодных» материалов)**. Оцените оба варианта. Какой, по вашему мнению, может дать более комплексный положительный эффект? Приведите не менее двух аргументов в поддержку своего выбора.

3.4. Применение знаний в жизни. Вы участвуете в проекте по благоустройству школьного двора, который полностью покрыт асфальтом и летом сильно нагревается. Предложите и обоснуйте **два** конкретных изменения, которые помогут снизить температуру на территории школы, используя принципы из текста.

3.5. Оценка доказательств и методов. Почему явление УНІ наиболее ярко выражено именно **ночью** и в **безветренную погоду**? Объясните, опираясь на физические принципы, описанные в тексте.

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ И ПРАВИЛЬНЫЕ ОТВЕТЫ

Общие принципы оценивания:

- **1 балл** — дан полный и точный ответ, соответствующий эталону.
- **0,5 балла** — ответ неполный, содержит неточности или частично правильный.
- **0 баллов** — ответ отсутствует, неверен или не относится к вопросу.

ОТВЕТЫ К ТЕКСТУ 3:

3.1. Эталон: 1) Материалы с высокой теплоемкостью и теплопроводностью (асфальт, бетон). 2) Отсутствие растительности и транспирации. 3) Выделение антропогенного тепла (транспорт, предприятия). 4) Геометрия «городских каньонов».

3.2. Эталон: Материалы с высокой теплоемкостью (бетон) накапливают много тепловой энергии днем и долго отдают ее ночью, повышая температуру. Растения в процессе транспирации испаряют воду, на что затрачивается тепло из окружающего воздуха, тем самым охлаждая его.

3.3. Эталон: Более комплексный эффект даст массовая высадка деревьев.

- **Аргумент 1:** Деревья не только повышают альбедо (хотя и меньше, чем белая краска), но и активно охлаждают воздух через транспирацию, что более эффективно, чем просто отражение.
- **Аргумент 2:** Деревья дополнительно улучшают качество воздуха (поглощают CO₂, пыль), снижают шум, повышают биоразнообразие и эстетику города, дают тень.

3.4. Эталон: 1) Заменить часть асфальта газонами или грунтовыми дорожками — это увеличит испарение (транспирацию) и снизит площадь нагреваемой поверхности. 2) Высадить лиственные деревья — они дадут тень летом и охладят воздух через транспирацию.

3.5. Эталон:

- **Ночью:** Днем городские материалы накапливают тепло. Ночью, при отсутствии солнца, сельская местность быстро остывает за счет излучения тепла в космос, а город продолжает отдавать накопленное тепло от строительных материалов.
- **Безветренная погода:** Ветер способствует перемешиванию и выравниванию температуры воздуха. При безветрии горячий воздух, «пойманный» в ловушку «городских каньонов», не рассеивается, и остров тепла остается ярко выраженным.

Максимальный балл за весь кейс: 15 (по 1 баллу за каждый из 15 вопросов).

Заключение

Успешная реализация программы стажировки позволила достичь поставленных целей и задач.

Практическая направленность стажировки позволила участникам:

Освоить современные методики формирования естественно-научной грамотности.

Научиться эффективно использовать ИИ-технологии в образовательном процессе.

Получить опыт работы с инновационными педагогическими инструментами.

Совершенствованием практических навыков преподавания.
Формированием компетенций по работе с современными образовательными технологиями.

Развитием навыков педагогического проектирования

Дальнейшее развитие результатов стажировки предполагает:

Внедрение полученных знаний в педагогическую практику

Распространение успешного опыта среди коллег

Участие в профессиональных конкурсах и конференциях

Выводы

Стажировочная площадка доказала свою эффективность как современная форма профессионального развития педагогов. Она позволила:

Преодолеть разрыв между теорией и практикой, сформировать сообщество профессионалов, готовых к инновационным изменениям.

Создать базу методических разработок для дальнейшего использования

Стажировочная площадка стала важным этапом в развитии профессионального мастерства педагогов и доказала свою эффективность как современная форма повышения квалификации.

Полученные результаты создают прочную основу для дальнейшего развития естественно-научного образования в регионе. Руководители стажировки провели консультации, ответили на вопросы стажеров, озвучили порядок подготовки к защите проектных работ и сам порядок проведения защиты.