Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение
«Гимназия № 127»

**ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПРОЕКТ**

по химии

# «Кофеин и всё о нём»

Автор проекта: Власов Кирилл Александрович, ученик 9 «Б» класса

Наставник: Гладышева Надежда Константиновна, учитель химии

Снежинск
2026

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ ..... 3
1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ..... 5
1.1. История изучения кофеина ..... 5
1.2. Ключевые понятия и термины ..... 6
1.3. Анализ существующих источников информации ..... 6
1.4. Химическое строение и свойства кофеина ..... 7
1.5. Влияние кофеина на организм человека ..... 8
1.6. Содержание кофеина в разных видах кофе, чая и других напитках ..... 9
2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ..... 11
2.1. Методы и методики исследования ..... 11
2.2. Ход исследования ..... 11
2.3. Анализ содержания кофеина в напитках по маркировке ..... 12
2.4. План опыта по выделению кофеина из чайного листа ..... 15
2.5. Создание проектного продукта ..... 16
2.6. Выводы по практической части ..... 20
ЗАКЛЮЧЕНИЕ ..... 21
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ ..... 22
ПРИЛОЖЕНИЯ ..... 24
Приложение 1. Проект протокола опыта по выделению кофеина из чая ..... 24
Приложение 2. Статья «Кофеин и всё о нём» (проектный продукт) ..... 26

*Примечание: оглавление собрано автоматически. После правок кликните по нему правой кнопкой мыши и выберите «Обновить поле», чтобы обновить номера страниц.*

# ВВЕДЕНИЕ

Сегодня трудно представить жизнь современных людей без кружки кофе с утра, однако мало кто задумывается о том, что кофеин — это сложное химическое соединение, относящееся к классу алкалоидов и обладающее выраженным действием на организм человека, а не просто «вкусный и бодрящий напиток».

Актуальность темы исследования обусловлена повсеместным распространением продуктов, содержащих кофеин: кофе, чай, энергетические напитки, сладкая газированная вода — всё это окружает школьника каждый день. При этом очень немногие люди знают о его влиянии на организм. Таким образом, существует проблема: противоречие между широкой распространённостью продуктов, содержащих кофеин, и недостатком знаний большинства людей о его влиянии на организм.

**Цель проекта** — изучить кофеин как представитель класса алкалоидов: проанализировать его химическое строение и механизмы влияния на организм человека, а также создать проектный продукт — доступную статью о воздействии кофеина на организм школьника и интерактивный «Кофеиновый калькулятор школьника».

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Изучить понятие «алкалоид» и доказать, что кофеин принадлежит к этой группе веществ.

2. Рассмотреть химическое строение и свойства кофеина.

3. Выявить положительные и отрицательные стороны влияния кофеина на организм человека.

4. Сравнить содержание кофеина в разных видах кофе, чая и других напитках.

5. Создать проектный продукт — статью о воздействии кофеина на организм человека и интерактивный «Кофеиновый калькулятор школьника».

**Продукт проекта** — два взаимосвязанных результата: статья «Кофеин и всё о нём» (полный текст — в Приложении 2) и интерактивная offline-страница «Кофеиновый калькулятор школьника», созданная на основе данных исследования.

**Гипотеза**: кофеин является алкалоидом, влияние которого на организм человека несёт преимущественно негативный характер.

**Методы работы**: анализ и обобщение литературы, анализ маркировки товаров (на основе ГОСТ и технических регламентов), химический эксперимент, сравнение и обобщение данных.

**Практическая значимость** — результаты проекта и созданный продукт (статья и калькулятор) могут быть использованы на школьных классных часах, посвящённых здоровому образу жизни, а также на уроках химии и биологии.

Структура работы: работа состоит из введения, теоретической и практической частей, заключения, списка литературы и двух приложений.

# 1. ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. История изучения кофеина

Введение сформулировало актуальность темы: кофеин содержится в кофе, чае, энергетических напитках и даже в некоторых лекарствах, но большинство людей не задумываются о его химической природе и механизмах воздействия на организм. Чтобы определить, каких именно знаний не хватает и для чего нужен наш продукт, рассмотрим, как этот вопрос решался ранее и какие источники информации существуют сегодня.

Кофеин — один из наиболее изученных алкалоидов, но путь к его пониманию занял почти столетие. Алкалоиды — класс азотсодержащих органических соединений природного происхождения, обладающих свойствами оснований и часто выраженной физиологической активностью. Простыми словами: это вещества, которые растения вырабатывают для защиты, и многие из них сильно действуют на человека.

Впервые чистый кофеин был получен в 1819–1821 годах практически одновременно несколькими химиками: немецким исследователем Фридлибом Фердинандом Рунге, а также французами Пьером Жаном Робике, Жозефом Пеллетье и Жозефом Каванту [1]. В 1827 году М. Удри выделил аналогичное вещество из чайных листьев и назвал его «теином» (от латинского названия чая — Thea). Позже шведский химик Й. Я. Берцелиус предположил, что теин и кофеин — одно и то же вещество, и это было доказано.

В 1895 году Эмиль Фишер осуществил первый полный химический синтез кофеина, окончательно подтвердив его структуру. В России детальное описание химии кофеина было представлено уже в конце XIX века в энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона, где он охарактеризован как «горькое вещество (алкалоид) кофе и чая» [1].

## 1.2. Ключевые понятия и термины

**Алкалоиды** — класс азотсодержащих органических соединений природного происхождения, обладающих свойствами оснований и часто выраженной физиологической активностью. В учебнике по фармакологии Д. А. Харкевича подчёркивается, что кофеин — типичный представитель алкалоидов пуринового ряда, содержащийся в листьях чая, семенах кофе, плодах какао и орехах кола [6].

**Психоактивные вещества** — химические соединения, способные изменять восприятие, настроение, сознание или поведение человека. В учебнике фармакологии под редакцией Р. Н. Аляутдина кофеин рассматривается как «бытовой психостимулятор», что подчёркивает его широкое распространение в повседневной жизни [7].

**Зависимость** — состояние, при котором человек испытывает потребность в веществе, а при его отмене возникают симптомы отмены (головная боль, усталость, раздражительность). Исследование «Кофеин в жизни студентов» Н. Алиевой и О. А. Королевой выявило, что 20 % опрошенных студентов отметили у себя зависимость от кофеиносодержащих напитков, о чём говорит нарастание усталости при отказе от них [8].

**Возгонка (сублимация)** — переход вещества из твёрдого состояния сразу в газообразное, минуя плавление. Кофеин способен возгоняться при нагревании, что используется в химическом анализе для его выделения и очистки [3].

## 1.3. Анализ существующих источников информации

Проблема, которую решает наш проект, — недостаток доступных и научно достоверных знаний о кофеине у школьников и широкой аудитории. Существуют разные источники информации, но каждый из них имеет ограничения. Сравним основные аналоги (таблица 1).

Таблица 1 — Сравнение источников информации о кофеине

| Аналог | Что даёт | Плюсы | Минусы | Доступность |
|---|---|---|---|---|
| Научная статья в рецензируемом журнале | Глубокий анализ механизмов действия, данные экспериментов | Высокая достоверность, ссылки на первоисточники | Сложный язык, платный доступ, узкая специализация | Низкая для школьника |
| Научно-популярная статья на сайте | Обзорный рассказ о влиянии кофеина | Доступный язык, примеры | Часто без ссылок, упрощения, реклама | Высокая |
| Учебник по химии или биологии | Базовые сведения об алкалоидах | Системность, проверенность | Мало информации о физиологическом действии кофеина | Высокая, но фрагментарно |
| Сайт о здоровом образе жизни | Практические советы | Простота восприятия | Отсутствие научных ссылок, противоречивость | Высокая |

Проведённый анализ показывает: существующие источники информации о кофеине либо слишком сложны, либо недостаточно научны, либо не рассматривают влияние кофеина на организм комплексно. Ни один из них не отвечает одновременно требованиям научной достоверности, доступности для школьника и полноты охвата — от химического строения до физиологических последствий.

Наш продукт должен восполнить этот пробел. Критерии успеха продукта: научная обоснованность (ссылки на источники), доступность языка (объяснение терминов простыми словами), практическая направленность (влияние на организм, меры предосторожности).

## 1.4. Химическое строение и свойства кофеина

Кофеин (1,3,7-триметилксантин) — алкалоид пуринового ряда. Его молекулярная формула — $C_8H_{10}N_4O_2$, молярная масса — 194,19 г/моль [2]. В основе молекулы лежит ксантиновое ядро — конденсированная система пиримидиндионового и имидазольного колец; три атома азота в положениях 1, 3 и 7 несут метильные группы ($–CH_3$). Близкие «родственники» кофеина — теобромин (содержится в какао) и теофиллин: они отличаются лишь числом и положением метильных групп [3].

По физическим свойствам кофеин — белый кристаллический порошок горького вкуса, без запаха. Он плохо растворим в холодной воде и хорошо — в горячей; температура плавления составляет около 235 °C. Важнейшее для аналитической химии свойство — способность к возгонке: при осторожном нагревании кофеин переходит в пар, минуя плавление, и оседает на холодной поверхности в виде игольчатых кристаллов [3]. Именно это свойство используется в практической части работы для выделения кофеина из чайного листа.

Как основание кофеин проявляет слабые основные свойства и образует соли с сильными кислотами. Характерная качественная реакция на кофеин — взаимодействие с раствором танина: появляется белое помутнение, исчезающее при добавлении избытка танина [3]. Эта реакция также используется при подтверждении наличия кофеина в чае.

### 1.5. Влияние кофеина на организм человека

Механизм действия кофеина хорошо изучен. В организме человека существует вещество аденозин, которое, связываясь со своими рецепторами, сигнализирует мозгу об усталости и снижает активность нервной системы. Молекула кофеина похожа на аденозин по строению, поэтому она занимает аденозиновые рецепторы, не активируя их. В результате сигналы усталости «блокируются»: человек чувствует бодрость, у него повышается концентрация внимания и работоспособность [6, 7]. Одновременно кофеин стимулирует выработку адреналина и дофамина, что объясняет подъём настроения.

Период полувыведения кофеина из организма составляет от 3 до 7 часов: половина выпитого кофеина ещё долго продолжает действовать, поэтому чашка энергетика вечером может стать причиной бессонницы [6].

Положительные эффекты умеренных доз кофеина: повышение концентрации внимания и скорости реакции, временное снижение чувства усталости, улучшение настроения. По данным обобщающих исследований,

умеренное употребление кофеина у взрослых (до 400 мг в сутки) не приводит к негативным последствиям [9, 10].

Отрицательные эффекты избыточных доз: учащённое сердцебиение и повышение артериального давления, тревожность и раздражительность, нарушения сна, головные боли. При регулярном употреблении развивается зависимость: при отказе от кофеина возникают синдром отмены — усталость, головная боль, снижение работоспособности [6, 8]. Особенно чувствительны к кофеину подростки: их нервная и сердечно-сосудистая системы ещё формируются.

Безопасные дозы. Для взрослых безопасной считается доза до 400 мг кофеина в сутки (около 4–5 чашек зернового кофе) [9, 10]. Для подростков верхняя граница рекомендаций EFSA — 3 мг на килограмм массы тела в день [9]; в проекте принята консервативная оценка 2,5 мг/кг. Для школьника массой 45–55 кг это примерно 100–150 мг — то есть всего одна чашка кофе или одна банка энергетика.

Отдельно следует сказать об энергетических напитках. Новым ГОСТ 34975-2023 (вводится в действие с 01.01.2027) содержание кофеина в тонизирующих напитках нормируется и обязательно указывается на этикетке [4]; сегодня же действующая основа маркировки — технический регламент ТР ТС 022/2011, по которому на упаковке размещается предупреждение о том, что напиток не рекомендуется детям, подросткам, беременным и кормящим женщинам [5]. Таким образом, государство напрямую ограничивает употребление энергетиков школьниками.

### 1.6. Содержание кофеина в разных видах кофе, чая и других напитках

Кофеин содержится более чем в 60 видах растений. Кофейное зерно двух основных сортов различается по содержанию кофеина: в арабике — 1,0–1,5 %, в робусте — 2,0–2,7 %. Робуста дешевле и даёт более «крепкий» горький вкус, поэтому её часто используют в растворимом кофе и энергетических смесях [1, 3].

Степень обжарки влияет на содержание кофеина меньше, чем принято думать: кофеин устойчив к температуре обжарки, и при потере массы зерна его доля даже немного возрастает. Поэтому «крепость» тёмной обжарки — это скорее более горький карамелизованный вкус, а не больший заряд кофеина [12].

В чае кофеина не меньше, чем в кофе (в сухом листе — 2–4 %), но чашка чая обычно «мягче»: танины чая частично связывают кофеин, и он усваивается медленнее. Много кофеина содержат также какао, шоколад, орехи кола; существует кофеин и в некоторых лекарствах от простуды и головной боли [6].

Вывод по теоретической части: изученные источники подтверждают, что кофеин — алкалоид пуринового ряда с доказанным механизмом действия на нервную систему; его влияние зависит от дозы; для подростков безопасная доза заметно ниже, чем для взрослых. При этом доступного школьнику материала, объединяющего химию, физиологию и практические рекомендации, мы не обнаружили, — что и обосновывает создание собственного продукта.

# 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 2.1. Методы и методики исследования

Для достижения цели проекта были использованы следующие методы:

1) анализ маркировки товаров — изучение этикеток напитков на соответствие требованиям ТР ТС 022/2011 и готовящегося к вводу ГОСТ 34975-2023;

2) планирование химического эксперимента — выделение кофеина из чайного листа возгонкой;

3) анализ и обобщение данных — сравнение сведений из маркировки и справочных источников с рекомендациями по безопасному употреблению кофеина.

Выбор методов обусловлен тем, что маркировка содержит официальные данные производителя, а запланированный эксперимент позволит дополнить их качественными наблюдениями. До проведения опыта его результаты в работу не включены.

## 2.2. Ход исследования

Анализ маркировки и справочных данных выполнен в октябре 2026 года. Химический опыт и испытание проектного продукта запланированы; их фактические результаты будут добавлены после проведения.

Работа включает следующие этапы:

Этап 1. Сбор этикеток упаковок кофеиносодержащих напитков, выписывание сведений о содержании кофеина и предупредительных надписей.

Этап 2. Подготовка протокола опыта по выделению кофеина из чайного листа и его согласование с наставником (протокол — в Приложении 1).

Этап 3. Обработка результатов анализа: выписывание доз из собранных этикеток, построение диаграммы, сравнение содержания кофеина с безопасной дозой подростка.

Этап 4. Написание статьи «Кофеин и всё о нём» и её согласование с наставником.

Этап 5. Проведение согласованного опыта в школьной лаборатории и испытание готового продукта; оформление фактических результатов.

Оборудование и материалы для запланированного опыта: сухой чёрный чай, оксид магния (жжёная магнезия), фарфоровый тигель, лабораторное стекло, спиртовая горелка, штатив, безасбестовая термостойкая керамическая подставка. Конкретный реактив для качественной реакции и контроли согласуются с наставником.

### 2.3. Анализ содержания кофеина в напитках по маркировке

Проанализированы данные о содержании кофеина, указанные производителями на этикетках и официальных сайтах, а также справочные данные: 8 наименований напитков — три энергетика, кола, холодный чай, растворимый и зерновой кофе, чёрный чай. Содержание кофеина выписывалось из сведений о составе (в мг на 100 мл или на порцию, как указано производителем), затем пересчитывалось на стандартную порцию и сравнивалось с безопасной суточной дозой подростка массой 50 кг (около 125 мг; консервативная оценка 2,5 мг на кг веса — ниже верхней границы рекомендаций EFSA для подростков, 3 мг/кг [9]). Для самых распространённых напитков кофейни (эспрессо, доппио, американо, капуччино, латте) единой этикетки не существует — объём и рецепт варьируются, поэтому их дозы взяты из справочных данных USDA FoodData Central [11] и пересчитаны на стандартную порцию из одной порции эспрессо. В кофейнях порция эспрессо в напитке часто двойная, поэтому реальное содержание кофеина в американо, капуччино и латте может быть в 1,5–2 раза выше расчётного. Всего в таблице 2 — 13 позиций: 8 наименований по этикеткам и справочным данным и 5 кофейных напитков, рассчитанных из одной порции эспрессо.

Таблица 2 — Содержание кофеина в порциях напитков (по данным этикеток, официальных источников производителей и USDA FoodData Central, октябрь 2026)

| Напиток и порция | Кофеин, мг/100 мл | Кофеин в порции, мг | % от дозы подростка* | Надпись на этикетке |
|---|---|---|---|---|
| Энергетик, банка 0,45 л | 30 | 135 | 108 | есть |
| Энергетик, банка 0,5 л | 30 | 150 | 120 | есть |
| Энергетик сахар-free, 0,45 л | 30 | 135 | 108 | есть |
| Доппио (двойной эспрессо), 60 мл (по [11]) | ≈212 | 127 | 102 | — |
| Сладкая газированная вода (кола), 0,5 л | 10 | 50 | 40 | нет |
| Холодный чай, 0,5 л | 6–9 | 30–45 | 24–36 | нет |
| Растворимый кофе, чашка 200 мл (по данным на упаковке) | 30–35 | 60–70 | 48–56 | — |
| Зерновой кофе, чашка 200 мл (по данным литературы [6]) | 40–50 | 80–100 | 64–80 | — |
| Эспрессо, порция 30 мл (по [11]) | ≈212 | 64 | 51 | — |
| Американо, 200 мл (расчёт по [11]) | 32 | 64 | 51 | — |
| Капуччино, 180 мл (расчёт по [11]) | 36 | 64 | 51 | — |
| Латте, 300 мл (расчёт по [11]) | 21 | 64 | 51 | — |
| Чай чёрный, чашка 200 мл | 20–25 | 40–50 | 32–40 | — |

** Безопасная доза принята консервативно как 2,5 мг на 1 кг массы тела (50 кг) — ниже верхней границы рекомендаций EFSA для подростков (3 мг/кг) [9, 10]. Значения: эспрессо и кофейные напитки — по USDA FoodData Central [11]; растворимый кофе — по данным упаковки; зерновой — по литературе [6]; чёрный чай — по [11]; энергетики, кола и холодный чай — по этикеткам и сайтам производителей. Американо, капуччино и латте рассчитаны из одной порции эспрессо (в кофейнях она часто двойная); дозы округлены до целых.*

Данные этикеток и справочных источников — на рисунке 1.




Рисунок 1 — Данные этикеток и справочных источников по восьми наименованиям (значения совпадают с таблицей 2)

Для сравнения доз построена диаграмма (рисунок 2).

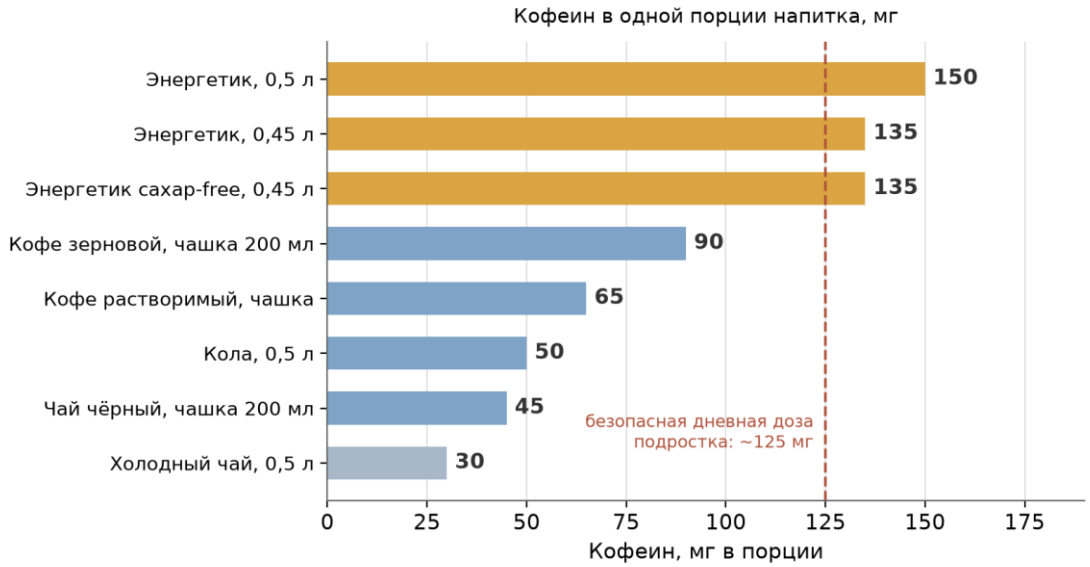



Рисунок 2 — Содержание кофеина в одной порции напитка (по данным таблицы 2; для холодного чая — нижняя оценка диапазона)

Анализ показывает: одна банка энергетика (0,45–0,5 л) содержит 135–150 мг кофеина — больше всей безопасной суточной дозы подростка. Даже «сладкая» кола даёт около 40 % дневной нормы, а бутылка холодного чая — до 36 %: он кажется безобидным, но кофеин в нём есть. Любопытная закономерность: при рецепте с одной порцией эспрессо у эспрессо, американо, капуччино и латте кофеина в стандартной порции поровну — весь кофеин содержится в эспрессо, а молоко и воду его не добавляют. При этом на всех энергетиках присутствовала предусмотренная ТР ТС 022/2011 предупредительная надпись «не рекомендуется детям и подросткам» [5].

Вывод: сопоставление маркировки с рекомендованными дозами делает риски употребления энергетиков наглядными — именно это сравнение вошло в статью-продукт.

### 2.4. План опыта по выделению кофеина из чайного листа

Цель запланированного опыта — получить предварительные качественные признаки наличия кофеина в чайном листе и наблюдать его способность к возгонке. Полный проект протокола приведён в Приложении 1. Опыт ещё не проводился, поэтому фактические наблюдения и выводы будут добавлены после его выполнения.

Планируемый ход опыта. Измельчённый сухой чёрный чай предполагается смешать с оксидом магния, поместить в фарфоровый тигель, накрыть охлаждаемым предметным стеклом и осторожно нагревать по согласованной с наставником методике. После охлаждения стекла необходимо зарегистрировать фактические наблюдения. Возгонка и последующая качественная реакция не являются однозначной идентификацией кофеина: без соответствующих контролей и дополнительных методов анализа они дают лишь предварительный качественный признак.

Безопасность и достоверность. Опыт должен проводиться в школьной лаборатории под руководством наставника; домашнее проведение не рекомендуется. Реактив для качественной реакции, контрольные опыты и

порядок работы согласуются с наставником до начала эксперимента. Настой чая нельзя считать раствором танина.

*Фотографии хода опыта будут добавлены после реального проведения:*

*Место для фотографии 1 — фактический этап подготовки смеси*

*Место для фотографии 2 — фактический результат наблюдения*

Итог на текущем этапе: протокол подготовлен к согласованию, опыт запланирован. Экспериментальных результатов, подтверждающих гипотезу, пока нет.

### 2.5. Создание проектного продукта

Продукт проекта состоит из двух взаимосвязанных частей: статьи «Кофеин и всё о нём» (полный текст — в Приложении 2) и интерактивной страницы «Кофеиновый калькулятор школьника». Работа над продуктом включала следующие шаги:

1) составлен черновик статьи с опорой на проверенные источники (учебники фармакологии [6, 7], данные EFSA и FDA [9, 10], ГОСТ и ТР ТС [4, 5]);

2) на основе собранных данных о содержании кофеина в напитках разработан «Кофеиновый калькулятор школьника» — интерактивная веб-страница, работающая без подключения к интернету с любого компьютера или телефона;

3) статья и калькулятор согласованы с наставником, после чего текст отредактирован и калькулятор проверен на работоспособность;

4) продукт свёрстан и может быть использован: статья — в школьной газете, группе класса или как материал классного часа, калькулятор — на классных часах, уроках и дома.

Статья представляет собой материал объёмом около двух страниц, адресованный учащимся 8–9 классов: простым языком в ней объяснено, что такое кофеин, как он действует, сколько его содержится в привычных напитках, и приведена памятка из пяти правил употребления кофеиносодержащих напитков.

Кофеиновый калькулятор построен на тех же данных, что и практическая часть работы. Пользователь вводит свой вес и отмечает напитки, выпитые за день (кофе, эспрессо, доппио, чай, энергетики и другие напитки — всего 13 наименований; для приготавливаемых напитков можно указать объём порции). Программа рассчитывает суммарную дозу кофеина в миллиграммах и сравнивает её с дневной нормой подростка: в проекте принята консервативная оценка 2,5 мг на килограмм веса, а верхняя граница EFSA для подростков — 3 мг/кг; ориентир 400 мг в день относится к взрослым [9]. Дополнительно калькулятор показывает таймлайн--динамику: через сколько часов доза в организме упадёт вдвое (период полувыведения кофеина — около 5 часов), и переводит результат в шуточную «шкалу навыков» в стиле ролевых игр: например, «скорость реакции +3, выносливость −2». Шкала шуточная, но каждый «бафф» и «дебафф» привязан к реальному эффекту кофеина,

описанному в теоретической части, — так сложная информация запоминается легче. Внизу страницы размещено уведомление о том, что все материалы носят общеознакомительный характер и не являются медицинской рекомендацией.

Использовать продукт можно на классных часах по здоровому образу жизни, на уроках химии (при изучении алкалоидов) и биологии (при изучении нервной системы), а также самостоятельно — калькулятор легко скопировать на флешку или телефон, так как он представляет собой один файл и не требует установки.

Продукт опубликован в интернете: страница доступна по адресу https://coffeeman.name/ с любого устройства (компьютер, телефон, планшет). Для школьной доски подготовлен плакат с QR-кодом, ведущим на страницу, — тот же код размещён в презентации проекта. Дополнительно создана сказочная анимация «Кофейко» (2 минуты 24 секунды) с русской озвучкой, музыкой и встроенными субтитрами: https://coffeeman.name/cartoon/. Она может использоваться как наглядное введение к теме на классном часе или уроке. Идеи и предложения по работе сайта можно направлять автору по электронной почте kirill.a.vlasov.2011@gmail.com.

Игровой раздел страницы. На странице размещены три мини-игры, построенные на реальных данных исследования. Игра «Больше-меньше» показывает два напитка и предлагает угадать, в каком кофеина больше: после ответа раскрываются точные дозы и любопытный факт — так игра калибрует интуицию игрока. Игра «2048: Кофеин» построена на классической механике слияния плиток: одинаковые напитки сливаются в более крепкие, а счёт ведётся в миллиграммах кофеина. В третьей игре, «Собери молекулу кофеина», пользователь размещает 14 тяжёлых атомов на схеме, восстанавливает формулу $C_8H_{10}N_4O_2$ и после завершения видит экран «Что я узнал» с краткими выводами о строении вещества.

Сервисные возможности страницы. Режим «Проект за 60 секунд» помогает представить работу на защите: четыре последовательных шага

раскрывают проблему, методику, продукт и полную версию работы с QR-кодом и PDF. Дополнительно подготовлен печатный двухстраничный чек-лист демонстрации: https://coffeeman.name/defense-checklist.pdf. Страница умеет устанавливаться на телефон как приложение, сохранять «дневник недели», делиться результатом в виде картинки и после первой загрузки работать без сети за счёт PWA-кэша. Обезличенный счётчик фиксирует только факт загрузки страницы; IP-адреса для идентификации посетителей не используются и счётчиком не сохраняются. Игры и дневник доступны с клавиатуры, модальные окна возвращают фокус после закрытия, анимации отключаются при системной настройке reduced motion. Техническая реализация калькулятора, сайта и игр выполнена автором проекта с помощью ИИ-ассистентов ZCode и Kimi; концепция, подбор и проверка данных и тексты — работа автора.

Техническая проверка продукта выполнена отдельно от запланированного испытания участниками. На локальной и опубликованной версиях проверены калькулятор, три игры, быстрый показ проекта, переходы между страницами и настоящая offline-загрузка после первого посещения. Также проверены масштаб 400 % без горизонтальной прокрутки, управление с клавиатуры и работа с экранным диктором NVDA. Эти проверки подтверждают работоспособность продукта, но не заменяют фактические отзывы участников испытания.

Испытание продукта запланировано. В ходе него участники откроют страницу, выполнят расчёт дозы и попробуют одну из мини-игр, после чего смогут оценить понятность интерфейса и предложить улучшения. Фактические условия испытания, отзывы и внесённые по ним изменения будут добавлены только после реального проведения. В настоящее время продукт создан и подготовлен к испытанию.

## 2.6. Выводы по практической части

В ходе практической работы выполнен анализ маркировки и справочных данных, на его основе создан отчуждаемый продукт — статья «Кофеин и всё о нём» и интерактивный «Кофеиновый калькулятор школьника». Продукт подготовлен к испытанию. Химический опыт и испытание продукта запланированы, поэтому практическая часть не считается полностью завершённой.

Проанализирована маркировка и справочные данные по 13 популярным напиткам: одна банка энергетика перекрывает принятую в работе безопасную дневную дозу подростка. Протокол химического опыта подготовлен, однако фактические наблюдения ещё не получены.

По литературным данным гипотеза получила частичное подтверждение: кофеин является алкалоидом, однако его влияние нельзя однозначно назвать только негативным — в малых дозах он повышает работоспособность и концентрацию, вреден прежде всего в избыточных дозах и при регулярном злоупотреблении. Экспериментальная проверка запланирована.

Практическая значимость продукта заключается в том, что статья и калькулятор могут использоваться на классных часах и уроках химии и биологии. После согласования и проведения опыта его протокол и фактические результаты можно будет обсудить с наставником.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе работы над индивидуальным проектом «Кофеин и всё о нём» изучена литература, выполнен анализ маркировки и справочных данных, создан проектный продукт. Химический опыт и испытание продукта запланированы.

Изучено понятие алкалоидов и показано, что кофеин — типичный представитель алкалоидов пуринового ряда, содержащийся в чае, кофе, какао и орехах кола. Рассмотрено его химическое строение (формула $C_8H_{10}N_4O_2$, пуриновое ядро с тремя метильными группами) и свойства, включая способность к возгонке, которая предусмотрена в плане опыта.

Проанализировано влияние кофеина на организм: механизм связан с блокировкой аденозиновых рецепторов; в умеренных дозах кофеин повышает бодрость и концентрацию, в избыточных — вызывает бессонницу, тревожность, учащённое сердцебиение и формирует зависимость. Сравнение напитков показало, что больше всего кофеина содержит робуста и энергетики, а одна банка энергетика перекрывает безопасную суточную дозу подростка.

Анализ маркировки напитков и справочных данных выполнен; опыт по выделению кофеина из чая запланирован. По литературным данным гипотеза получила частичное подтверждение: кофеин — алкалоид, однако его действие зависит от дозы и не является однозначно негативным. Экспериментальные выводы будут сформулированы только после реального опыта.

Главный результат проекта — отчуждаемый продукт из двух частей: статья «Кофеин и всё о нём», написанная простым языком и опирающаяся на проверенные источники, и интерактивный «Кофеиновый калькулятор школьника», который по введённому весу и списку напитков рассчитывает дозу кофеина и сравнивает её с безопасной нормой. Продукт создан и подготовлен к испытанию; он может использоваться на классных часах и уроках химии и биологии, а статью в перспективе можно опубликовать в школьной газете.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кофеин // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона. — СПб., 1895. — Т. XVI. — С. 456–458.

2. Caffeine // PubChem: база данных Национальной медицинской библиотеки США. — URL: https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Caffeine (дата обращения: 11.10.2026).

3. Глинка Н. Л. Общая химия : учебное пособие. — М. : КНОРУС, 2020. — 752 с.

4. ГОСТ 34975-2023. Напитки безалкогольные тонизирующие. Общие технические условия. — М. : Российский институт стандартизации, 2023. — (вводится в действие с 01.01.2027).

5. ТР ТС 022/2011. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части её маркировки» : утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 881.

6. Харкевич Д. А. Фармакология : учебник. — 10-е изд., испр., перераб. и доп. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 752 с.

7. Фармакология : учебник / под ред. Р. Н. Аляутдина. — 7-е изд., перераб. и доп. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2023. — 1152 с.

8. Алиева Н., Королева О. А. Кофеин в жизни студентов // Российский педиатрический журнал имени М. Я. Студеникина. — 2024. — Т. 27, № 2S.

9. Scientific Opinion on the safety of caffeine // EFSA Journal. — 2015. — Vol. 13, № 5 : 4102.

10. Spilling the Beans: How Much Caffeine is Too Much? // U.S. Food and Drug Administration. — URL: https://www.fda.gov/consumers/consumer-updates/spilling-beans-how-much-caffeine-too-much (дата обращения: 15.10.2026).

11. Caffeine // FoodData Central : база данных Министерства сельского хозяйства США (USDA). — URL: https://fdc.nal.usda.gov/ (FDC ID 171891, 171890, 174130; дата обращения: 25.10.2026).

12. Casal S., Oliveira M. B. P. P., Ferreira M. A. HPLC/diode-array applied to the thermal degradation of trigonelline, nicotinic acid and caffeine in coffee // Food Chemistry. — 2000. — Vol. 68, № 4. — P. 481–485.

# ПРИЛОЖЕНИЯ

## Приложение 1. Проект протокола опыта по выделению кофеина из чая

Статус: опыт запланирован, дата не назначена. Место проведения: школьная химическая лаборатория под руководством наставника. Домашнее проведение не рекомендуется.

Цель: получить предварительные качественные признаки наличия кофеина в чайном листе и наблюдать возгонку. Однозначная идентификация вещества этим опытом не предусматривается.

Оборудование и материалы: сухой чёрный чай — 3 г; оксид магния (жжёная магнезия) — 2 г; фарфоровый тигель; предметное стекло; спиртовая горелка; штатив; безасбестовая термостойкая керамическая подставка; пинцет; средства индивидуальной защиты по правилам лаборатории. Реактив для качественной реакции и контрольные образцы подбираются и согласуются с наставником; настой чая не используется как раствор танина.

Техника безопасности: до начала работы необходимо пройти инструктаж и выполнять указания наставника; использовать защитные очки и лабораторный халат, закрепить длинные волосы. Нагревание выполнять на безасбестовой термостойкой подставке, не наклоняться над тиглем, не допускать возгорания смеси, горячие предметы перемещать только пинцетом. При нештатной ситуации прекратить нагревание и сообщить наставнику.

Планируемый ход опыта:

1. После разрешения наставника измельчить сухой чай в ступке и смешать с оксидом магния в соотношении примерно 3 : 2.

2. Поместить смесь в фарфоровый тигель.

3. Накрыть тигель предметным стеклом и организовать его охлаждение способом, согласованным с наставником.

4. Осторожно нагревать тигель по согласованной методике, соблюдая правила работы с огнём и не допуская возгорания смеси.

5. После прекращения нагревания и безопасного охлаждения рассмотреть поверхность стекла и записать только фактические наблюдения.

6. Выполнить качественную реакцию с согласованным реактивом и контрольные опыты по указанию наставника; зафиксировать результаты отдельно для опыта и контролей.

**Фактические наблюдения:** будут записаны после реального проведения опыта. Образцовые результаты не приводятся.

Вывод: будет сформулирован по фактическим наблюдениям и контрольным опытам. Возгонка и качественная реакция сами по себе рассматриваются лишь как предварительные признаки и не позволяют однозначно идентифицировать кофеин.

*Фотографии будут добавлены после реального проведения опыта:*

*Место для фотографии 3 — фактическая установка для опыта*

*Место для фотографии 4 — фактический результат наблюдения*

**Приложение 2. Статья «Кофеин и всё о нём» (проектный продукт)**

Ты выпил банку энергетика перед контрольной — и действительно стало легче решать задачи. А вечером не смог уснуть до двух ночи. Знакомо? Рассказываем, что происходит в организме и сколько кофеина можно без вреда.

**Что такое кофеин.** Кофеин — природное вещество из класса алкалоидов: его вырабатывают кофейное дерево, чайный лист, какао и орехи кола, чтобы защищаться от насекомых. Для человека кофеин — психостимулятор: он действует на нервную систему, поэтому его называют «бытовой» бодростью в чашке.

**Как он работает.** В мозге есть вещество аденозин — оно копится за день и «сообщает» организму, что пора отдыхать. Молекула кофеина похожа на аденозин, занимает его место и не даёт сигналу усталости пройти. Плюс организм выбрасывает немного адреналина. Итог: 20–40 минут после чашки — прилив бодрости и внимания. Но кофеин не даёт энергии — он лишь прячет усталость, и «долг» всё равно придётся отдать сном.

**Сколько кофеина в напитках.** В чашке зернового кофе — 80–100 мг, в растворимом — 60–70 мг, в стакане крепкого чая — 40–50 мг, в банке колы — около 50 мг, а в банке энергетика 0,45–0,5 л — 135–150 мг. Для сравнения: безопасная дневная доза для подростка массой 50 кг — всего около 125 мг. То есть одна банка энергетика — уже перебор, а банка плюс кофе — двойной.

**Чем опасен перебор.** Избыток кофеина — это бессонница, тревожность, учащённое сердцебиение и головные боли. Если пить кофеиносодержащие напитки каждый день, возникает зависимость: без привычной дозы появляются вялость и раздражительность — организм требует «своё». Особая история — энергетики: по ТР ТС 022/2011 (с 2027 года — по ГОСТ 34975-2023) на них обязаны писать, что они не рекомендованы детям и подросткам, — просто найди эту надпись на банке.

**Памятка (пять правил).** 1) Последний кофеиносодержащий напиток — не позднее чем за 6 часов до сна. 2) Одна банка энергетика — уже больше

дневной нормы; обычная порция кофе или чая даёт 32–80 % нормы. 3) Прежде чем купить энергетик, прочитай этикетку: сколько кофеина и есть ли предупреждение. 4) Бодрость без кофеина: 15-минутная прогулка, стакан воды, проветренная комната работают не хуже «дозы». 5) Чай и какао тоже содержат кофеин — учитывай их в своём «дневном лимите».

Кофеин — не враг: в малых дозах он помогает собраться. Враг — привычка пить его литрами. Теперь ты знаешь, где проходит граница.

Автор статьи: Власов Кирилл, ученик 9 «Б» класса. По материалам индивидуального проекта «Кофеин и всё о нём», 2026 г.