

V Региональная конференция по научно-техническому творчеству
школьников «Лабиринты науки»

Секция химии

**Исследование химического состава вейпа и влияния вейпа на
живые организмы**

Исследовательская работа

Чумакова Анастасия Сергеевна

ученица 10Ф класса

ГОУ ЯО «Лицей №86»

Научный руководитель:

Смирнова Мария Владимировна

Учитель химии и биологии

ГОУ ЯО «Лицей №86»

Ярославль

2024 г

Содержание

1.1 Введение.....	3
2.1 Экспериментальное изучение состава жидкостей для вейпа.....	6
2.2 Суть эксперимента.....	10
3.1 Общие выводы	17
Список источников	18
Приложение 1.....	19

1.1 Введение

Сигареты, табак, курение – слова, хорошо известные любому человеку. Слова, не совместимые со здоровьем. Ни для кого не являются секретом последствия курения: множество сердечно-сосудистых заболеваний, хронические заболевания лёгких, многочисленные заболевания ротовой полости, слизистых.

А что такое вейп? Это электронные сигареты, отличающиеся, как правило, большим количеством выходящего пара. Изначально вейп был предложен как альтернатива запрету курения в общественных местах и как способ постепенно бросить курить. Однако многих людей вейп, напротив, приводит к курению настоящих сигарет. Ведь по составу вейп не так уж сильно от них отличен. В более малой концентрации в нём всё тот же никотин – опасное вещество, вызывающее привыкание, зависимость. Если говорить точнее, то в составе жидкости для вейпа основная массовая доля приходится на глицерин и пропиленгликоль, присутствуют никотин, ароматизаторы и другие вспомогательные вещества. В выдыхаемом паре также содержатся вредные химические соединения, такие как окись пропилена и глицидол, которые являются канцерогенами. Канцерогены – факторы окружающей среды, воздействие которых на организм повышает вероятность возникновения злокачественных опухолей. До сих пор не разработана стандартизированная методика определения никотина в жидкостях для электронных систем доставки никотина, поэтому продукция на рынке не контролируется, а это, в свою очередь, может быть очень опасно. [1]

Проведённые в 2019 г. на базе ИЛЦ ФБУЗ "Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве" исследования 27 образцов жидкости для заправки вейпов показали содержание в них значительного количества опасных для человека веществ, в том числе формальдегида, бензола и лимонена, а проведённая оценка риска для здоровья населения - канцерогенный и неканцерогенный риски. Реализация данных товаров сопровождалась также многочисленными

нарушениями в области защиты прав потребителей: введение в заблуждение относительно состава продукции и её потребительских свойств, незаконное использование на маркировке знака добровольной сертификации, недостоверные данные о производителях продукции, которые зачастую не осуществляют деятельность по адресам, указанным на маркировке. [2]

Массовое пристрастие к вейп-устройствам все больше набирает обороты, и это позволяет получать огромную прибыль их производителям. В России вейпинг становится все более популярным. Ежегодно увеличивается число продаж электронных сигарет. По мнению исследователей, сегодня пристрастие к электронным сигаретам - это не просто привычка отдельных людей. Оно затрагивает большую группу населения Земли. [3]

Опубликованы данные, подтверждающие ещё одну опасность некоторых электронных устройств. В период с 2015 года по 2018 год американские медицинские учреждения зафиксировали у вейперов более полутора десятков случаев травм различной степени тяжести. В результате перегрева литиево-ионных аккумуляторов происходили взрывы электронных устройств: в полости рта, в руках и в карманах брюк. У пострадавших отмечены переломы челюстей, выбитые зубы, сложные ожоги лица и тела, в некоторых случаях даже потребовалась трансплантация кожи.

Хотя подобные ситуации фиксируются редко, можно предположить, что с ростом популярности вейпа количество несчастных случаев со временем будет увеличиваться. [4]

Давайте поговорим о том, насколько вейп распространён среди подростков в наши дни. Мною был проведён опрос среди обучающихся из разных школ. Он состоял из трёх вопросов: сколько людей пробовали вейп хотя бы раз, сколько людей употребляют вейп время от времени, сколько людей употребляют вейп регулярно. Важно было составить вопросы грамотно, чтобы получить наиболее честные ответы. Нельзя просто взять и спросить у человека, курит ли он сам, курят ли его знакомые и так далее. Он ответит «нет». Вопросы

составлены «размыто». Чем меньше человек проникает в суть вопроса, тем менее лично он его воспринимает и тем честнее может на него ответить. При этом вопрос должен оставаться понятным. Теперь, считая ответы участников максимально возможно честными, предлагаю изучить результаты опроса.

Итак, большинство опрошенных считает, что 70-80% подростков возрастом от 14 до 17 лет хотя бы раз пробовали вейп (данная возрастная категория была мною выбрана потому, что она наиболее близка к моей возрастной категории, а также к возрастной категории участников опроса). Важно отметить, что именно в этом вопросе ярко проявили себя варианты ответа 80-90% и 90-100%. В двух других опросах эти показатели значительно ниже. (Приложение 1)

Время от времени, согласно большинству голосов, вейп употребляет меньшее количество людей – всего 60-70%. Но это снова совсем не маленькие цифры. Вариант ответа 90-100% не был никем использован, однако всё ещё не последнее место занимает позиция 80-90%. А это очень высокий показатель. (Приложение 1)

Наконец, давайте поговорим о том, сколько людей употребляют вейп на регулярной основе. Лидирующий показатель – 40-50%. Важно, что среди остальных показателей больше голосов получили те, что были выше 50%. И это тоже очень большие цифры. (Приложение 1)

Проблемой данного проекта является неизученность опасности употребления вейпа и резкий рост популярности вейпа среди подростков.

Цель данного проекта: исследовать химический состав вейпа, а также влияние вейпа на живые организмы.

Задачи:

- Изучение Литературы по проблеме употребления вейпа;
- Экспериментальное изучение химического состава вейпа;
- Экспериментальное изучение влияния вейпа на живые организмы;

2.1 Экспериментальное изучение состава жидкостей для вейпа

Согласно инструкции в составе жидкости для электронных сигарет присутствует никотин, пропиленгликоль, пищевой глицерин и ароматизаторы.

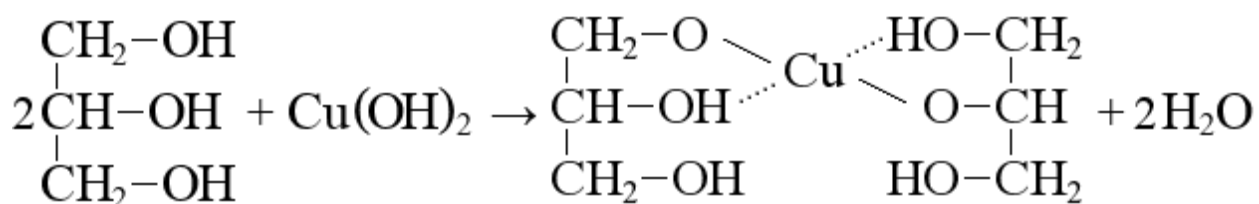
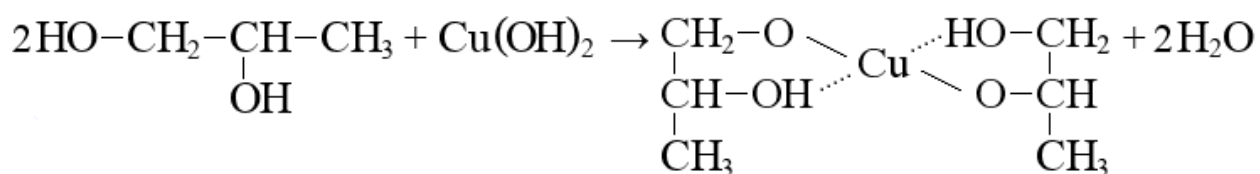
Процесс нагревания жидкости в электронных сигаретах может изменить её состав, превратив даже безопасные вещества в опасные для здоровья. Например, из-за химического распада глицерина и пропиленгликоля в составе жидкости во время быстрого нагревания, образуются токсичные альдегиды (акролеин и формальдегид). В экспериментальной части работы проводилось качественное определение данных веществ

Определение многоатомных спиртов

Методика опыта:

К свежеприготовленному гидроксиду меди (II) $\text{Cu}(\text{OH})_2$ прилить жидкость из электронной сигареты, содержимое пробирки встряхнуть. Появляется ярко-синее окрашивание глицерата меди (II) и пропандиолята – 1,2 меди (II).

Подобная качественная реакция характерна для всех многоатомных спиртов. Поэтому по данной реакции можно судить о присутствии в смеси глицерина и пропиленгликоля.



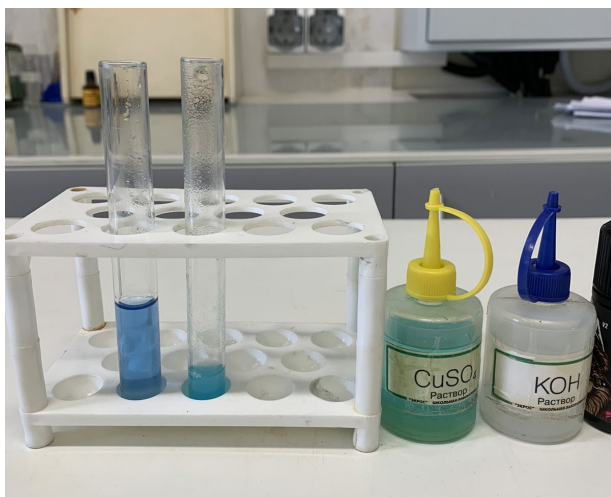
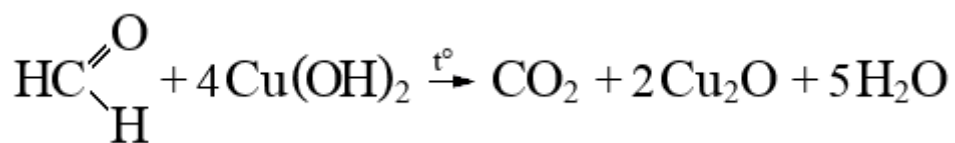


Рис. 1 Определение многоатомных спиртов

Определение карбонильных соединений

Методика опыта:

К свежееосаждённому гидроксиду меди (II) добавляем жидкость для электронной сигареты и осторожно нагреваем на спиртовке. Появляется характерное кирпично-красное окрашивание смеси.



Вывод: формальдегид и другие карбонильные соединения в смеси присутствуют.

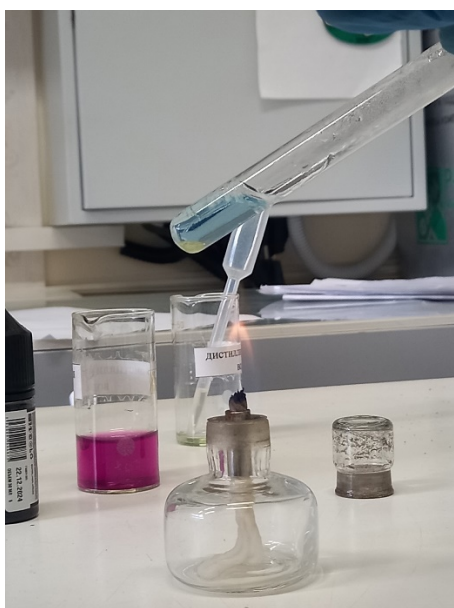


Рис. 2 Определение карбонильных соединений

Определение никотина в составе жидкости для вейпа

В пробирку вносят 1 мл исследуемого раствора, 1 мл водорода пероксида 30% и 2 – 3 капли концентрированной кислоты серной. Появление шоколадно-коричневой окраски указывает на присутствие никотина.

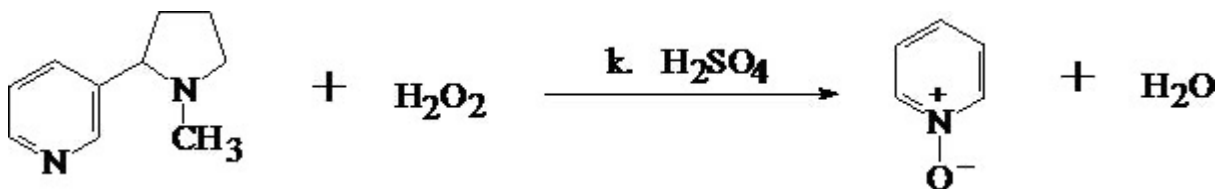


Рис. 3 Жидкость для вейпа с никотином до и после добавления пероксида водорода и концентрированной серной кислоты



Рис. 4 Жидкости для вейпа без никотина (слева) и с никотином (справа) после добавления пероксида водорода и концентрированной серной кислоты

Определение непредельных соединений в составе жидкости для вейпа

К жидкости для электронных сигарет добавляли розовый раствор перманганата калия. В первом случае проводили опыт при комнатной температуре, во втором случае жидкость предварительно нагревали 2-3 минуты. Таким образом мы моделировали условия изменения веществ в составе жидкости при её использовании в электронной сигарете.

Наблюдали, что в первом опыте цвет перманганата калия меняется незначительно, во втором – раствор перманганата калия полностью обесцвечивается. Это указывает на повышение содержания непредельных соединений в составе указанной жидкости после нагревания.

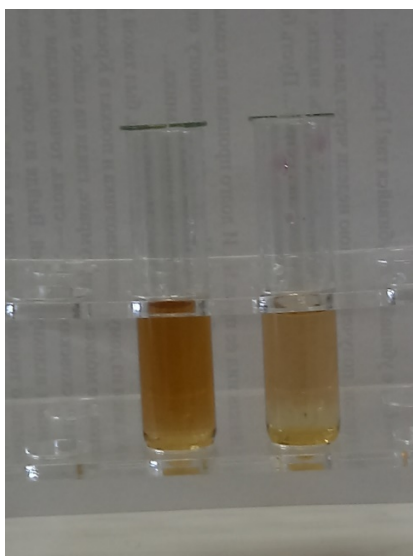
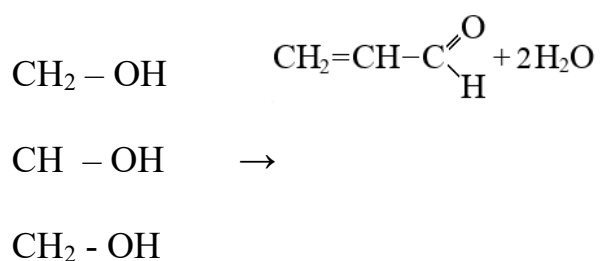


Рис. 5 Добавление к равным объёмам жидкости для вейпа равных объёмов перманганата калия (слева - без нагревания, справа – после нагревания)

2.2 Суть эксперимента

Мы решили изучить влияние жидкости для вейпа на семена кресс-салата. Для этого были куплены семена раннеспелого холодостойкого сорта кресс-салата, а также жидкости для вейпа: вишнёвая с никотином и вишнёвая без никотина. Для выращивания семян было взято пять чашек Петри. Вместо марли использовали бумажные полотенца, так как в них лучше проявлялись свойства диффузии, что было необходимо на некоторых этапах эксперимента. В каждую чашку Петри было помещено 15 семян кресс-салата.

Первая чашка – контрольная. Семена в ней поливались водой. Та же вода использовалась и в других чашках, но уже не в чистом виде.

Во второй и третьей чашках Петри семена регулярно поливались раствором жидкостей для вейпа. Соотношение было следующее: 30 мл воды на 1 мл жидкости. Во второй чашке Петри использовалась жидкость без никотина, в то время как в третьей – с никотином.

В четвёртой и пятой чашках семена были разложены в три ряда. Каждый ряд формировался пятью семенами. Семена регулярно поливались водой. В начале эксперимента с одного края в каждую чашку было добавлено по две капли жидкости для вейпа. В четвёртую – без никотина, в пятую – с никотином. По этим двум чашкам сложно было бы судить о влиянии на семена жидкости для вейпа в какой-либо конкретной дозировке, однако с точки зрения простой визуальной оценки включить их в эксперимент было важно.

Эксперимент проводился три раза. Наблюдения для каждого из них велись пять дней, считая день, когда семена раскладывались по чашкам.

В течение следующих четырёх дней мы записывали, в каком состоянии были семена кресс-салата в каждой из чашек. В таблицах 1-4 представлена усреднённая информация от трёх проведений эксперимента.

Таблица 1 – данные от 11 апреля

Признак сравнения	1	2	3	4	5
Кол-во набухших семян:	15 (100%)	15 (100%)	14 (93%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)
Кол-во проросших семян:	13 (87%)	3 (20%)	0 (0%)	Ряд 1: 2 (40% - 13%) Ряд 2: 4 (80% - 26%) Ряд 3: 3 (60% - 20%)	Ряд 1: 0 (0% - 0%) Ряд 2: 1 (20% - 7%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)
Визуальное <u>отставание</u> в развитии*:	нет	Только по указанным выше параметрам	Только по указанным выше параметрам	Только по указанным выше параметрам	Набухание в первом ряду очень слабое
Отличительные нездоровые внешние признаки*:	нет	Только по указанным выше параметрам	Только по указанным выше параметрам	Только по указанным выше параметрам	Только по указанным выше параметрам

Таблица 2 – данные от 12 апреля

Признак сравнения	1	2	3	4	5
Кол-во набухших семян:	15 (100%)	15 (100%)	14 (93%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)
Кол-во проросших семян:	15 (100%)	15 (100%)	10 (67%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 3 (60% - 20%)	Ряд 1: 1 (20% - 7%) Ряд 2: 3 (60% - 20%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)
Визуальное <u>отставание</u> в развитии*:	Одно семя отстающее	нет	Стебли и заметно короче контрольных	В первом ряду самые короткие ростки	Короткие ростки: первый ряд и центр второго ряда
Отличительные нездоровые внешние признаки*:	нет	Стебли чуть тоньше контрольных	Только по указанным выше параметрам	Только по указанным выше параметрам	Только по указанным выше параметрам

Таблица 3 – данные от 13 апреля

Признак сравнения	1	2	3	4	5
Кол-во набухших семян:	15 (100%)	15 (100%)	14 (93%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)
Кол-во проросших семян:	15 (100%)	15 (100%)	10 (67%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 3 (60% - 20%)	Ряд 1: 1 (20% - 7%) Ряд 2: 3 (60% - 20%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)
Визуальное <u>отставание</u> в развитии*:	Одно семя отстающее	нет	Стебли и заметно короче контрольных	Только по указанным выше параметрам	Ряд 1 и 2: ростки короче контрольных
Отличительные нездоровые внешние признаки*:	нет	Стебли чуть тоньше контрольных; тёмные листья	Стебли и тоньше контрольных	Ряд 1: затемнение листьев Ряд 2: затемнение листьев	Ряд 1 и 2: ростки тоньше контрольных; затемнение листьев

Таблица 4 – данные от 14 апреля

Признак сравнения	1	2	3	4	5
Кол-во набухших семян:	15 (100%)	15 (100%)	14 (93%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)
Кол-во проросших семян:	15 (100%)	15 (100%)	12 (80%)	Ряд 1: 5 (100% - 33%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 4 (80% - 27%)	Ряд 1: 2 (40% - 13%) Ряд 2: 5 (100% - 33%) Ряд 3: 5 (100% - 33%)
Визуальное отставание в развитии*:	нет	нет	Стебли заметно короче контрольных; два сильно отстают	В первом ряду самые короткие ростки	Отстающее в ряду 1; очень короткие ростки в ряду 2
Отличительные нездоровые внешние признаки*:	нет	Стебли чуть короче и тоньше контрольных; Затемнение листьев (оттенок фиолетовый)	Только по указанным выше параметрам	Ряд 1: затемнение листьев всех семян Ряд 2: затемнение листьев	Ряд 2 и ряд 3: тоньше контрольных

Данный эксперимент имеет большую ценность, так как наглядно показывает влияние веществ, содержащихся в жидкости для вейпа, на живые организмы. В приведённой в таблицах 1-4 информации содержатся как простые статистические данные, выраженные в процентах, так и более конкретная информация о каждой группе образцов.

В таблице оценивались следующие показатели:

- Количество набухших семян (на последний день эксперимента по данному параметру отставала только третья чашка Петри – в растворе, содержащем никотиновую жидкость, набухло 14 из 15 семян);
- Количество проросших семян (на последний день эксперимента лучшие показатели были у контрольной чашки и чашки с раствором безникотиновой жидкости; в растворе жидкости с никотином проросло 80% семян; в чашке с каплями безникотиновой жидкости в развитии отстало 1 семя в дальнем от капель ряду; в чашке с каплями никотиновой жидкости отстали по данному показателю 3 ближних к каплям семени);
- Визуальное отставание в развитии. В эту формулировку были включены следующие ситуации:
 - Стебли сильно короче контрольных (на последний день таковыми были все ростки в третьей чашке, первый ряд четвертой чашки и второй ряд пятой чашки);
 - Общее визуальное отставание (в третьей чашке на последний день обнаружено два сильно отстающих от остальных в этой чашке ростка, хотя и другие семена в ней заметно отставали от контрольных; в пятой чашке отставал росток в ряду 1);
- Отличительные нездоровые внешние признаки:
 - Стебли чуть короче и (или) тоньше контрольных (на последний день это было характерно для всех семян из второй чашки, кроме того стебли были закручены, не прямостоячие;

также это характерно для ряда 2 и 3 пятой чашки, и не прямостоячие стебли можно было заметить ближе к ряду 1; во второй чашке судить по данному показателю оказалось затруднительно из-за крайне малой длины ростков);

- Потемнение (обретение тёмного коричнево-фиолетового оттенка) ростков (наиболее ярко выражено на последний день во второй чашке; также проявило себя в четвёртой чашке ближе к ряду 1).

Показателем, не вошедшим в таблицу, стало испарение влаги (количество её конденсата на внутренней стенке крышки чашек). Наиболее обильным оно было в чашке 1, наименьшее отставание показали чашки 4 и 5. В чашках 2 и 3 испарение было мало (в третьей меньше, чем во второй).

3.1 Общие выводы

Из проведённых экспериментов можно судить о многом. Во-первых, о пагубном влиянии вейпа на живые организмы (семена кресс-салата). Вне зависимости от концентрации никотина, был нанесён урон исследуемым образцам семян, причём в данном случае речь идёт лишь о жидкости для вейпа, а вещества, образующиеся при её нагревании, вполне возможно, нанесли бы ещё больший урон. Мы считаем этот момент важным и интересным, поэтому обдумываем проведение соответствующих экспериментов в будущем.

Во-вторых, были обнаружены признаки веществ разных классов, в том числе таких, о которых хотелось бы знать подробнее, чем описано на красочной упаковке. Глицерин и пропиленгликоль – вещества, которые, как и заявлено, вероятнее всего присутствуют в жидкости. В результате проделанных опытов мы предположили, что при нагревании они образуют опасные альдегиды (вероятно, акролеин и формальдегид). Более того, мы доказали, что при нагревании жидкости для вейпа увеличивается концентрация в ней непредельных соединений (в частности, это может быть акролеин). В жидкости для вейпа с никотином, как и заявлено, присутствовал никотин, что также было нами установлено. А вот в безникотиновой жидкости его не оказалось.

Помимо этого, нами была изучена упаковка исследуемых жидкостей для вейпа. Мы предполагаем, что на ней указан неполный состав, хотя доказать это на данном этапе мы ещё не смогли. Смущает уже то, что в составе жидкости для вейпа с никотином не указан никотин, хотя в целом на упаковке он заявлен, и в ходе экспериментов мы его обнаружили. Также на упаковке никотиновой жидкости можно увидеть знак добровольной сертификации, но, к сожалению, на данном этапе мы не знаем, законно ли он там расположен (ведь реализация таких товаров, как вейп, может сопровождаться незаконным использованием на маркировке знака добровольной сертификации). Удастся ли изучить этот момент подробнее в будущем – пока не ясно.

Список источников

[1] Карасева Вера Васильевна, Лаврова Елена Владиславовна, Чистяков Андрей Дмитриевич Результаты мониторинга мнения обучающихся старших классов по вопросам курения // Universum: психология и образование. 2019. №7 (61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-monitoringa-mneniya-obuchayuschihsya-starshih-klassov-po-voprosam-kureniya> (дата обращения: 26.11.2022).

[2] Ковалев Виктор Сергеевич О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ЗАКОНОДАТЕЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АКЦИЗОВ НА НИКОТИНОСОДЕРЖАЩУЮ ПРОДУКЦИЮ // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В. Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2022. №1 (81). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekotoryh-problemah-zakonodatelnogo-regulirovaniya-aktsizov-na-nikotinosoderzhaschuyu-produktsiyu> (дата обращения: 19.11.2023).

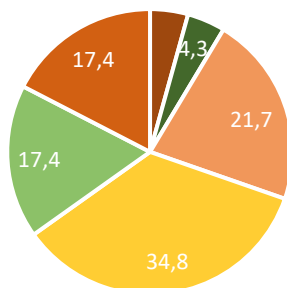
[3] Морозова Е.А., Ермакова А.С., Попова Н.М. СРАВНЕНИЕ РАСПРОСТРАНЁННОСТИ ВЕЙПА В ГОРОДАХ И СЕЛЬСКИХ МЕСТНОСТЯХ СРЕДИ УЧАЩИХСЯ // Вестник науки. 2022. №6 (51). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnenie-rasprostranyonnosti-veypa-v-gorodah-i-selskih-mestnostyah-sredi-uchaschihsya> (дата обращения: 26.11.2022).

[4] Карасева Вера Васильевна, Лаврова Елена Владиславовна, Чистяков Андрей Дмитриевич Результаты мониторинга мнения обучающихся старших классов по вопросам курения // Universum: психология и образование. 2019. №7 (61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/rezultaty-monitoringa-mneniya-obuchayuschihsya-starshih-klassov-po-voprosam-kureniya> (дата обращения: 26.11.2022).

Приложение 1

Диаграмма 1 – процент обучающихся, хотя бы раз пробовавших вейп

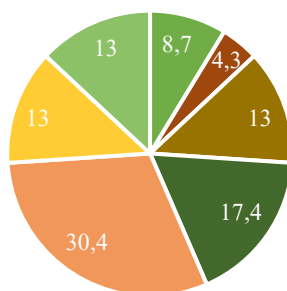
Как вы думаете, какой процент обучающихся (в среднем по городу) возрастом от 14 до 17 лет **хотя бы раз** пробовал вейп?



0-10% 10-20% 20-30% 30-40% 40-50%
50-60% 60-70% 70-80% 80-90% 90-100%

Диаграмма 2 – процент обучающихся, употребляющих вейп время от времени

Как вы думаете, какой процент обучающихся (в среднем по городу) возрастом от 14 до 17 лет употребляет вейп **время от времени**?



0-10% 10-20% 20-30% 30-40% 40-50%
50-60% 60-70% 70-80% 80-90% 90-100%

Диаграмма 3 – процент обучающихся, употребляющих вейп на регулярной основе

