

**ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ**  
**РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2020 ГОД**  
**11 КЛАСС**

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

Таблица заполняется жюри

№ задания	Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итого
1	4	Тесса	4	Новосмолов	4
2	4	Тесса	4	Новосмолов	4
3	2	Новосмолов	2	Тесса	2
4	4	Тесса	4	Тесса	4
5	5	Тесса	5	Новосмолов	5
6	2	Новосмолов	2	Тесса	2
7	4	Тесса	4	Тесса	4
8	4	Тесса	4	Новосмолов	4
9	5	Новосмолов	5	Тесса	5
10	3	Тесса	3	Тесса	3
11	3	Тесса	3	Новосмолов	3
12	4	Новосмолов	4	Тесса	4
13	6	Тесса	6	Тесса	6
14	1	Тесса	1	Мурин	1
15	1	Мурин	1	Тесса	1
16	4	Тесса	4	Новосмолов	4
17	4	Новосмолов	4	Тесса	4

6008

**ШИФР**

4	1	1	4
---	---	---	---

**Уважаемый участник!** Перед выполнением конкурсной работы заполните аккуратно и разборчиво, без помарок и зачёркиваний

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2020 ГОД  
11 КЛАСС

**Задание 1**

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1. Экология - наука о взаимоотношениях организмов между собой и их взаимоотношениях с окружающей средой. Различные биологические науки развиваются за счет того что раскрывают не только поведение отдельных особей, а взаимодействие особей, растений или одного вида. Также активно развивается экологическая наука способствует изучению не только функционирования и строения организмов, но и их поведения, роли структур в жизни популяций.
2. Экология включает в себя много аспектов жизни общества. Она затрагивает также науки как обществознание, химия, биология, математика. Экология может быть прикладной и выступать в роли фундаментальной, научно обоснованной в деятельности человека. Так есть наука или отрасль, изучающая не только поведение, но и возможности, применима промышленного производства.
3. Существуют законы и морально-этические нормы, которые включают в себя экологические требования. Выполнение этих требований повышает качество окружающей среды. Экологические требования - правила, соблюдение которых исключает вред для окружающей среды от деятельности человека.

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
4	Гусев	4	Ковалев	4

**Задание 2**

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. Изменяются условия окружающей среды из-за воздействия антропогенных факторов. Влияние человека на окружающую среду приводит к изменению биотических факторов (глобальное потепление) и биотических (охрана окружающей среды). Многие существа вымирают именно из-за антропогенных факторов, к которым относятся антропогенные факторы.

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2020 ГОД

11 КЛАСС

2. у мелкопитающих лучше развито слуховое восприятие, чем у млекопитающих. человек использует условия существования млекопитающих чаще. это связано с развитием сенсорной системы

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итого
4		4	Новосилов	4

Задание 3

Укажите условия. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. популяция должна быть стабильной. в ней не должно быть слишком высокой смертности или слишком ~~низкой~~ низкой естественной смертности. эти критерии должны выполняться в отпуске.

2. ятлуца должна быть. популяция должна состоять из особей разного пола, ~~и~~ и темная форма рогов. численность будет расти если воцарится численность.

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итого
2	Новосилов	2		2

Задание 4

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. плодородность и влажность являются ресурсами численности популяции.  
 Если достаточно ресурсов (пища, вода и т.д.) и численность популяции растет, то численность вида растет. Но с чем больше людей ~~и~~ становится, тем сильнее внутривидовая конкуренция, тем ~~и~~ стремительнее ~~растет~~ уменьшается численность популяции. Поэтому численность популяции вида стабилизируется с

2. численность популяции факторами и достигает предела. При дальнейшем этих факторов возрастает смертность, тем сильнее растет в популяции, тем ниже конкурентная способность, тем сильнее ~~и~~ "едит" для популяции. Это способствует росту популяции.

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итого
4	<i>[Signature]</i>	4	<i>[Signature]</i>	4

Задание 5

Укажите факторы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1. численность популяции с ростом конкуренции растет численность популяции. Живые цепи образуют численность популяции

2. паразиты и заболевания играют роль в регуляции численности.  
 Чем больше людей, тем быстрее происходит передача инфекционных заболеваний и ~~и~~ растет численность паразитов и бактерий, вызывающих патологии

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2020 ГОД  
11 КЛАСС

3. *Напишите ограниченную кривую дуги.  
численность организмов, которые участвуют  
в цепи питания не может бесконечно  
расти*

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
5	<i>[Signature]</i>	5	Новослов	5

**Задание 6**

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

*Ушение быстро приспособилось к жизни ушеницы  
окружающей средой. мобильность.  
Быстрое размножение, рост.*

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
2	Новослов	2	<i>[Signature]</i>	2

**Задание 7**

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. *При расселении ушеницы среда обитания  
истощается и поэтому животные сокращают  
численность и адаптируются к условиям  
более чистой среды к незначительным  
изменениям.*

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2020 ГОД  
11 КЛАСС

2. При направленной ионизации фотон ионизирует вещество задерживает электронную реакцию электронов. Таким образом, требуется больше усилий, чтобы ввести систему из вещества

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
4	<i>[Signature]</i>	4	<i>[Signature]</i>	4

**Задание 8**

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. Наибольшее количество приводит в атмосферу металлов и вредных веществ в атмосферу.

металлы и вредные вещества из горючих веществ, которые в результате парникового эффекта. Это приводит к нагреванию поверхности Земли за счет отражения света металлом и вредными веществами в состав атмосферы.

2. а это зависит от плотности воздуха, атм. давлением

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
4	<i>[Signature]</i>	4	Новосилов	4

Задание 9

Укажите направления. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 8 баллов.

1. Глобальное потепление приводит к повышению уровня моря. За счет этого происходит сдвиг уровня широтного океана. Уменьшается газ - кислород и газы, которые влияют на парниковый эффект. За счет этого эффекта вероятность затопления Земли увеличивается. За счет того, что вода становится более концентрированной солей в воде падает это приводит к увеличению объема суши.

2. Охлаждение для которого является атмосферное давление. Глобальное потепление приводит к максимальному восточному океану. Чем теплее вода, тем меньше кислорода можно в ней растворить. Следовательно в водах (марианской воронки) будут вытеснены все виды аэробиот.

3. Уменьшение температуры воды концентрирует кислород и солей в воде приводит к образованию биомассы и биомассе.

4.

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
5	Новиков	5	Толкачев	5





ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2020 ГОД

11 КЛАСС

3. Если ~~мы~~ люди будем четко следовать законам и волюшки некие строгими, то мир пожелает обратить внимание окружающей среды

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
3		3	Новиков	3

Задание 12

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. Речь идет о проблеме неадекватного потребления энергии

Действительно действия были направлены в первую очередь на территории заповедника архангельской, парниковых газов (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ...)

2.

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
4	Новиков	4	Новиков	4

Задание 13

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1. Цели, которые не учитывают биологические аспекты, не могут привести к устойчивому развитию. Земля - наш общий дом, поэтому защита окружающей среды имеет значение для будущего.
2. Для борьбы с вредными насекомыми используют скотоводство и земледелие. Влияние скота, выпасаемых пастбищ и др. животных проявляется в соответствии с экологическими требованиями. В случае с земледелием не должно быть неадекватной чрезмерной удобрениями или переувлажнения почвы с удобрениями.
3. При борьбе с вредителями необходимо использовать методы защиты и борьбы должны быть эффективными. Вредители вредят растениям, поэтому их необходимо контролировать и бороться с ними. При этом необходимо использовать методы борьбы с вредителями.

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итого
6	<i>Богдан</i>	6	<i>Богдан</i>	6

Задание 14

Укажите аргументы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. ~~Вредные~~ лесов становится меньше, потому что их уничтожают вырубкой. Вырубка леса приводит к деградации почвы, снижению плодородия, снижению биологического разнообразия, что приводит к проблемам экологии.

2. В мире идет тенденция к использованию натуральных биоразлагаемых материалов, поэтому на ~~не~~ ~~используются~~ материалы дерева его древесина спроектирована, цена растет

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
1	Еф.	1	Аврам	1

Задание 15

Укажите направления. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1. Экологичнее больше учитывает ~~не~~ экологичнее потребности

2. Экологичнее нацелена на развитие экологичнее товаров, выпускающих продукты

Экологичнее нацелена на поиск альтернативных источников энергии

3.

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
1	Аврам	1	Еф.	1

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2020 ГОД  
11 КЛАСС

**Задание 16**

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1.	<p>перелета самолета на солнечные батареи нарушил ее структуру. также в самолетах в воздухе отходы пластика</p>
2.	<p>Приобретение новых средств и оборудования по экологичности и экономии затратных на эти продукты ресурсов</p> <p>меньше спрос =&gt; меньше предложение</p> <p>т.е. чем меньше мы покупаем, тем меньше производит продукт.</p>
3.	<p>снижать потребности. меньше мы приобретаем бракованную, меньше мы используем</p>

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итого
4	Савин	4	Новиков	4

**Задание 17**

Укажите проблемы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1.	<p>при производстве думают <del>заботы</del></p> <p>1) проходят в воздухе песок</p> <p>2) спрос в воздухе меньше отходы отбрасываются думают</p> <p>3) спрос в воздухе меньше вода =&gt; нагретая вода =&gt; меньше растет</p>
----	--

18 14

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2020 ГОД  
11 КЛАСС

2. *решимость  $O_2$*



3.

Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итог
<i>4</i>	<i>Ковалев</i>	<i>4</i>	<i>Кр.</i>	<i>4</i>

Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по экологии в 2020 году.

ФИО участника: Туршова Анна Алексеевна  
 Территория, ОО: Чайковский городского округа  
 Название работы: Изучение зависимости активности фермента каталазы в листьях деревьев от автотранспортной нагрузки в разных точках города Чайковского

Общий балл (максимальное количество баллов за проект – 36): 29

Члены жюри: Свт - Овсент С.А.  
 Новосиль - Новосилова Л.В.

Максимальное количество баллов за рукопись проекта – 18.

Критерий	Показатель	Балл
Творческий подход и оригинальность работы	Представлены полностью, не вызывают сомнений	2
	Представлены частично	1
	Отсутствуют	0
Структурированность, четкость и лаконичность изложения	Текст структурирован, чёткий стиль изложения	2
	Текст недостаточно чётко структурирован	1
	Структура текста и форма изложения неудовлетворительны	0
Логика изложения	Представлена полностью, не вызывает сомнений	2
	Представлена частично, есть недочёты	1
	Не представлена или есть серьезные нарушения, не прослеживается	0
Соответствие темы, цели и задач содержанию работы и выводам	Полное соответствие	2
	Не полное соответствие, есть отклонения	1
	Нет соответствия, серьёзные отклонения	0
Обоснованность темы (введение)	Представлена полностью	2
	Представлена частично	1
	Отсутствует или не убедительна	0
Адекватность подходов и методов исследования (материал и методы)	Полное соответствие подходов и методов поставленной цели	2
	Не полное соответствие	1
	Не соответствует или вызывает сомнения	0
Соответствие объема выполненной работы и результатов исследования для достижения цели работы (результаты)	Соответствует, достаточный объем выполненной работы и результатов для обоснования выводов	2
	Не полностью соответствует	1
	Не соответствует	0
Обоснованность критического обзора состояния проблемы (обсуждение и библиография)	Представлен достаточный критический обзор	2
	Недостаточно полный	1
	Отсутствует или есть серьёзные пробелы	0
Обоснованность выводов (выводы)	Полностью обоснованы	2
	Обоснованы частично	1
	Отсутствует удовлетворительное обоснование	0

Критерий	Показатель	Балл
Адекватность (соответствие) выступления заявленной теме и выполненному проекту	Полностью соответствует	2
	Не полностью раскрывает суть и основные Положения проекта	1
	Выступление не соответствует теме заявленного проекта	0
Выстроенность, логика выступления	Полностью логически выстроенное представление проекта	2
	Есть недочёты в представлении проекта	1
	Логика выступления не просматривается или вызывает сомнение	0
Лаконичность и четкость выступления	Чёткий и ясный стиль выступления	2
	Есть недочёты в форме представления проекта	1
	Стиль изложения затрудняет понимание сути проекта	0
Владение материалом, способность отвечать на вопросы	Свободное владение материалом	2
	Неполные ответы	1
	Затруднения с ответами	0
Способность ведения дискуссии, убедительность аргументации, демонстрация заинтересованности	Убедительно и заинтересованно	2
	Затруднения в ведении дискуссии	1
	Неубедительно	0
Постановка проблемы (актуальность, приоритетность)	Полностью аргументирована	2
	Представлена лишь схематично	1
	Не убедительна, вызывает серьезные сомнения	0
Обоснованность логики выполнения проекта	Полностью обоснована, логика выполнения проекта не вызывает сомнений	2
	Обоснована не полностью	1
	Отсутствует или вызывает серьезные сомнения	0
Обоснованность положений, выносимых на защиту проекта	Полностью обоснованы	2
	Частично обоснованы	1
	Есть необоснованные положения или обоснование неубедительно	0
Обоснование значимости работы и перспектив дальнейших исследований	Представлено полностью, убедительно	2
	Представлено неполно	1
	Не представлено, не убедительно, вызывает сомнения	0

**Региональный этап Всероссийской олимпиады школьников по  
экологии**

Управление образования администрации  
Чайковского городского округа Пермского края  
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Средняя общеобразовательная школа №10»

*Номинация «Экология растений»*

**Изучение зависимости активности фермента  
каталазы в листьях деревьев от  
автотранспортной нагрузки в разных точках  
города Чайковского**

**Автор:**

Чурилова Анна Алексеевна,  
обучающаяся 11 класса  
МАОУ СОШ №10

**Руководитель:**

Пархоменко Надежда Степановна,  
Учитель биологии высшей категории  
МАОУ СОШ №10

г. Пермь, 2020.



## Содержание

<b>Введение</b>	3
<b>Глава 1. Обзор литературы</b>	6
1.1 Понятие о ферментах	6
1.2 Общие сведения о каталазе	6
<b>Глава 2. Методика и материалы</b>	7
2.1 Работа с датчиком содержания кислорода	7
2.2 Определение активности каталазы в листьях деревьев, собранных с разных участков города	9
<b>Глава 3. Результаты исследований</b>	11
3.1. Характеристика точек исследования	11
3.2 Расчет скорости протекания реакции	16
<b>Заключение</b>	18
<b>Список литературы</b>	20
Приложение 1. Таблицы, демонстрирующие результаты исследований	22
Приложение 2. Материалы и оборудование, используемые в исследовании	34
Приложение 3. Фотографии, демонстрирующие этапы проведения исследований	35
Приложение 4. Карта города Чайковский с точками исследований	39

## Введение

**Актуальность.** В современных городах зеленые насаждения постоянно подвергаются агрессивному воздействию различных техногенных факторов: пыль, автомобильные выхлопы, асфальтирование, промышленные выбросы.

Для определения загрязнения городской среды можно использовать биоиндикационные методы, основанные на определении активности каталазы [7, 8]. Под действием каталазы происходит разложение перекиси водорода, накапливаемой в процессе дыхания, на воду и молекулярный кислород. Наиболее активна каталаза в жизнеспособных тканях и органах растений. При снижении их жизнеспособности, активность этого фермента закономерно снижается. Изменение качества и активности каталазы может служить определенным показателем реакции растительного организма на неблагоприятные факторы окружающей среды и критерием для оценки приспособления растений к условиям существования. Таким образом, активность данного фермента связана с физиологическим состоянием деревьев и может быть использована для диагностики их жизнеспособности и определения степени загрязнения городской среды.

Выхлопные газы – основной фактор отрицательного влияния автомобильного транспорта на человека, растения и окружающую среду в целом.

Именно выхлопные газы являются причиной превышения допустимых концентраций токсичных веществ в городах, образования смогов. Если человек долго контактирует с воздухом, отравленным выхлопными газами, то это вызывает иммунодефицит и ослабление организма. Выхлопные газы поступают в слой атмосферы около земли, оседают на почве и растениях, затем попадают в организм животных, человека и вызывают различные заболевания, в том числе канцерогенные.

Нас заинтересовал этот факт, и мы провели собственное исследование с использованием растений, произрастающих в условиях города. Работа посвящена изучению свойств **каталазы**, определению факторов, влияющих на ферментативную активность.

**Цель** – изучение зависимости активности фермента каталазы в листьях разных древесных пород от степени автотранспортной нагрузки. Активность каталазы измерялась по скорости разложения пероксида водорода и по количеству кислорода, выделяемого в этой реакции. Количество кислорода определяли с помощью ЛЭЖ – лабораторного экспериментального комплекса (УИОД LabQuestVernier - устройства измерения и обработки данных и датчика содержания  $O_2$ ). На основании скорости выделения кислорода, автор делает выводы об активности фермента каталазы в листьях, и как следствие, о степени загрязнения окружающей среды и автотранспортной нагрузки в разных точках города.

**Объект исследования** – фермент каталаза.

**Предмет изучения** – активность и концентрация каталазы, скорость выделения кислорода, реакция каталазы на выхлопные газы.

В качестве **опытных растений** были выбраны:

- клен ясенелистный (*Acer negúndo*)
- береза бородавчатая (*Bétula péndula*),
- яблоня дикая (*Málus sylvéstris*),
- тополь бальзамический (*Populus balsamifera*).

**Задачи:**

1. Выбрать точки исследований с разной автотранспортной нагрузкой,
2. Собрать листья разных пород деревьев в точках исследований;
3. Провести реакции разложения перекиси водорода в разных пробах с использованием ЛЭЖ и датчика кислорода;
4. Сравнить активность фермента в листьях деревьев на основании выделившегося кислорода в ходе проведенных реакций;
5. Определить величину автотранспортной нагрузки в точках исследования по количеству единиц проходящего автотранспорта, по количеству выделившихся загрязняющих веществ сжигаемого топлива;
6. Сопоставить полученные результаты и сделать выводы о зависимости активности каталазы в листьях в точках исследований от величины автотранспортной нагрузки;

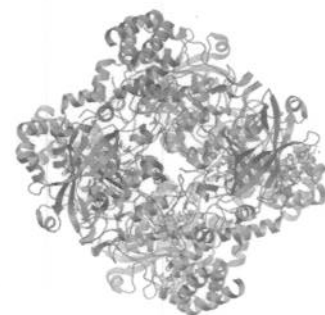
7. Составить список растений древесных пород, рекомендуемых для озеленения улиц города, используя данные по активности каталазы в листьях.

**Гипотезы.** Автор предполагает, что между активностью каталазы в листьях деревьев и величиной автотранспортной нагрузки существует обратная зависимость.

Сроки и место проведения эксперимента: август-сентябрь 2019 года, химико-биологическая лаборатория Нового образовательного центра.

## Глава 1. Обзор литературы

**1.1 Понятие о ферментах. Ферменты** – это биологические катализаторы белковой природы, которые образуются в живых клетках и обладают способностью активировать различные химические соединения. Характеристикой активности ферментов является скорость, с которой они катализируют ту или иную реакцию [5]. Для названия большинства ферментов характерен суффикс -аза, который прибавляется к названию субстрата. С помощью ферментов в клетке постоянно идут тысячи реакций. Благодаря ферментам реализуется генетическая информация и осуществляется весь обмен веществ. Ферменты являются глобулярными белками и действуют как катализаторы — вещества, ускоряющие химические реакции. При этом ферменты не разрушаются и не видоизменяются. Они эффективны и могут использоваться много раз. Один фермент может катализировать тысячи реакций в каждую секунду.



**1.2 Общие сведения о каталазе. Каталаза:** (от греч. *Kataluo* — разрушаю), относится к классу ферментов – оксиредуктаз, катализирует окислительно-восстановительную реакцию, в ходе которой из 2 молекул перекиси водорода образуются вода и кислород. Биологическими катализаторами называются фермент (от лат. *fermentum* – брожение, закваска), или энзимами [8]. Каталаза – состоит из белка (апофермент) и соединенной с ним простетической группы (кофермент); Кофермент содержит железо [3]. Каталаза была получена в кристаллическом состоянии. Фермент широко распространён в клетках животных, растений и микроорганизмов. Функция каталазы сводится к разрушению токсичного пероксида водорода, образующегося в ходе различных окислительных процессов в организме.

**Применение в медицине.** Расщепляя  $H_2O_2$ , каталаза играет защитную роль. Она обезвреживает ядовитое вещество (пероксид водорода), которое непрерывно образуется в клетке в процессе жизнедеятельности. Активность фермента очень высока: при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$  – 1 молекула катализатора разлагает за 1 секунду до 40 000 молекул  $H_2O_2$ .

## Глава 2. Методика и материалы

**2.1 Определение активности каталазы с использованием ЛЭК и датчика кислорода.** Данное исследование основывается на способности каталазы расщеплять пероксид водорода  $H_2O_2$  до  $O_2$ . Реакция протекает по следующему уравнению:



**Авторы методики:**

Громова Л.А. [2] Королук М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарева В.Е. [4], а так же в рекомендациях по выполнению опытов из Интернет-источников [11, 12].

### 2.1.1 Работа с датчиком содержания кислорода

В данном исследовании используется AFS™, или ЛЭК – лабораторный экспериментальный комплекс, в который входят УИОД LabQuest (устройство измерения и обработки данных) и датчик содержания кислорода. Устройство измерения и обработки данных LabQuest - это специализированное портативное электронно-вычислительное устройство, обладающее широкими функциональными возможностями. Предназначено для автоматической цифровой обработки сигналов в режиме реального времени.

Устройство позволяет осуществлять операции аналогового и цифрового ввода-вывода сигналов с различных измерительных устройств (датчиков) и обмен данными с внешними устройствами. LabQuest может использоваться автономно (без подключения к ПК) или как интерфейс для ПК. Используя программно-аппаратный комплекс, учащиеся работают с информацией в разных видах ее отображения: график, таблица, цифровые данные. Исследовательские работы, проведенные с помощью цифровых датчиков, позволяют получить экспериментальные подтверждения теоретических основ биологии. При этом



результаты автоматизированы, освобождается время для обработки и анализа экспериментальных данных.

**Оборудование:** УИОД – устройство для измерения и обработки данных (Приложение 1, фото 3). Датчик содержания O<sub>2</sub> (фото 2). Программное обеспечение LabQuestApp. Пестик и ступка, речной песок (фото 6). Колбы 250 мл (фото 5).

**Реактивы:** 3%-ный раствор пероксида водорода H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (100 мл) (фото 1). Листья разных древесных пород, собранные с разных участков города (фото 5, 21).

### **2.1.2 Определение активности каталазы в листьях деревьев, собранных разных участков города**

Для проведения данного исследования необходимо выбрать несколько участков города с разной автотранспортной нагрузкой.

С высоты 1,5 метров необходимо собрать по 50 листьев с разных деревьев и разных пород. В лаборатории растительную навеску листьев каждого вида растения растирают в фарфоровой ступке с кварцевым песком и добавляют 0,5 г мела для создания щелочной среды (pH > 7,7) для оптимальной активности каталазы. Растирают до состояния кашицы (фото 4,7, 8, 9). Далее необходимо взять навеску массой 5г и добавить 100 мл 3%-ного раствора перекиси водорода.

К колбе необходимо подключить датчик кислорода. Потряхивая колбу, отмечают изменения содержания кислорода (в %), выделенного через каждые 10 мин в течение 2 часов. Измерения проводят в трехкратной повторности, фиксируют данные каждой повторности. Расчеты скорости протекания реакции вычисляют, используя средние показатели, составляют ряд активности каталазы разных древесных пород. Данные заносятся в *таблицу 2*.

## 2.2 Методика определения автотранспортной нагрузки и массовой скорости потока выделившихся загрязняющих веществ сжигаемого топлива

Методика составлена государственным комитетом РФ по охране окружающей среды на основе литературы следующих авторов: Ложкин В. Н., Демочка О. И., Жегалин О. И., Лупачев П. Д.

К основным загрязняющим компонентам в отработавших газах автомобилей относятся: оксид углерода (CO), оксиды азота (NO и NO<sub>2</sub>), углеводороды (C<sub>x</sub>H<sub>y</sub>). Исходные данные для расчета выбросов автотранспорта:

- результаты обследований структуры, интенсивности и скорости движения автотранспортных потоков на автомагистралях города по основным категориям АТС,
- соответствующие значения удельных выбросов загрязняющих веществ и планировочные характеристики элементов улично-дорожной сети (ширина и длина автомагистрали, количество полос дорожного полотна и др.)

Проведение обследований АТП на автомагистралях и перекрестках рекомендуется осуществлять в течение 20 минутного интервала в часы максимальной нагрузки движения АТС - по будним дням с 8 ч. до 10ч и с 17ч. до 19ч. На магистралях, расположенных в центральной деловой части городов, дополнительно с 14ч. до 15 ч. Натурные обследования состава и интенсивности движущегося автотранспортного потока проводятся не менее 4 - 6 раз в часы «пик» на каждой автомагистрали. Результаты натурных обследований структуры и интенсивности движущегося автотранспортного потока заносятся в полевой журнал.

Выброс *i*-того загрязняющего вещества (г/с) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью *L* (км) определяется по формуле:

$$M_L = \frac{L}{3600} \sum_l^k M_{k,i}^n \times G_k \times k_{V1} \quad (\text{уравнение 2})$$



$M_{k,i}^n$  (г/км) - пробеговый выброс  $i$ -го вредного вещества автомобилями  $k$ -й группы для городских условий эксплуатации, определяемый по *таблице 1*;

$G_k$  (1/час) - фактическая наибольшая интенсивность движения, т. е. количество автомобилей каждой из  $K$  групп, проходящих через фиксированное сечение выбранного участка автомагистрали в единицу времени в обоих направлениях по всем полосам движения.

$R_{vk,i}$  - поправочный коэффициент, учитывающий среднюю скорость движения транспортного потока ( $V$  (км/час) на выбранной автомагистрали (или ее участке));

$\frac{1}{3600}$  - коэффициент пересчета «час» в «сек»;

$L$  (км) - протяженность автомагистрали (или ее участка) из которого исключена протяженность очереди автомобилей перед запрещающим сигналом светофора и длина соответствующей зоны перекрестка (для перекрестков, на которых проводились дополнительные обследования).

## Глава 3. Результаты исследований

### 3.1 Определение активности каталазы с использованием ЛЭК и датчика кислорода

#### 3.1.1 Характеристика точек исследований

Для исследования были выбраны 5 точек с разной автотранспортной нагрузкой (*фото 21*). Сложность выбора заключалась в наличии всех древесных пород на территории исследования. На всех участках были обнаружены клен ясенелистный, береза бородавчатая, яблоня дикая, тополь бальзамический. Именно в листьях этих деревьев исследовалась активность каталазы.

**1 точка** - улица Вокзальная, сбор листьев производился вблизи остановки Вокзальная. Данная улица характеризуется высокой автотранспортной нагрузкой, так как это одна из центральных улиц города, кроме того по этой улице осуществляются междугородние маршруты. Протяженность дорожного участка 200м.

**2 точка** – улица Кабалевского, листья растений были собраны вблизи детского садика «Колобок». Дорога есть, но машины проезжают редко. Протяженность дорожного участка 200м.

**3 точка** - пришкольный участок нашей школы НОЦ, 60 метров от дороги (*фото 21*). Протяженность дорожного участка 200м.

**4 точка** - улица Советская, остановка «Пожарное депо», проходит дорога, соединяющая Уральский микрорайон и Основной, а так же автомобильная трасса Чайковский – Ольховка-предприятие - «Сибур». Протяженность дорожного участка 200м.

**5 точка** – Завокзальный район, улица проспект Победы, вблизи лесопарковая зона, междугородней автомобильной трассы нет. Протяженность дорожного участка 200м.

#### 3.1.2 Расчет скорости протекания реакции

При расчетах использовалось *уравнение 2* состояния идеального газа. Преобразуя данную формулу, получили итоговую, по которой и производили

вычисления количества выделившегося кислорода. Ниже представлены произведенные нами преобразования:

$$p \times V_M = R \times T$$

(уравнение 3),

где:

$P$ -давление,

$V_M$ - молярный объем,

$R$ - Универсальная газовая постоянная, численно равная 8.31 Дж/(моль\*К)

$T$  - Абсолютная температура, К

Из уравнения состояния идеального газа, представленного выше, нам известно, что:

$$V_M = \frac{R \times T}{p}$$

$$R = 8.31 \text{ Дж/(моль*К)}$$

$$T = 295 \text{ К}$$

$$P = 764 \text{ мм рт.ст.} / 7.5 \sim 101.9 \text{ кПа}$$

$$V_M = 8.31 * 295 / 101.9 = 24.06 \text{ л/моль}$$

Рассчитаем скорость выделения  $O_2$  по формуле:

$$U_{\text{ср}} = \frac{(n_2(O_2) - n_1(O_2))}{t * V}$$

$$n_{I(\text{воз})} = \frac{V}{V_M}$$

$$m_{I(\text{воз})} = \frac{n_{I(\text{воз})} * M_{\text{возд}}}{M_{\text{возд}}} = \frac{V * M_{\text{возд}}}{V_M}$$

$$m_I(O_2) = m_{(\text{воз})} * \omega_1 = \frac{V * M_{\text{возд}}}{V_M} * \omega_1$$

$$n_1(O_2) = m(O_2) / M(O_2) = \frac{V * M_{\text{возд}}}{M(O_2) * V_M} * \omega_1$$

$$m(\text{воз}-O_2) = m_{(\text{воз})} - m(O_2) = \frac{V * M_{\text{возд}}}{V_M} - \frac{V * M_{\text{возд}}}{V_M} * \omega_1 = \frac{V * M_{\text{возд}} * (1 - \omega_1)}{V_M}$$

$$m_{II(\text{воз})} = m(\text{воз}-O_2) / (1 - \omega_2) = \frac{V * M_{\text{возд}} * (1 - \omega_1)}{V_M * (1 - \omega_2)}$$

$$m_{II}(O_2) = m_{II(\text{воз})} * \omega_2 = \frac{V * M_{\text{возд}} * (1 - \omega_1) * \omega_2}{V_M * (1 - \omega_2)}$$

$$n_{II}(O_2) = m_{II}(O_2)/M(O_2) = \frac{V \times M_{\text{возд}} \times (1 - \omega_1) \times \omega_2}{V_m \times (1 - \omega_2) \times M(O_2)}$$

$$U_{p. \text{ ср.}} = \frac{V \times M_{\text{возд}} \times (1 - \omega_1) \times \omega_2}{V_m \times (1 - \omega_2) \times M(O_2)} - \frac{V \times M_{\text{возд}}}{M(O_2) \times V_M} \times \omega_1 \times \frac{1}{V \times t} = \frac{\omega_2 - \omega_1}{(1 - \omega_2)} \times \frac{M_{\text{возд}}}{t \times M(O_2) \times V_M}$$

Где  $t$ - время реакции,

$n_I$ - количество вещества в начале реакции,

$n_{II}$ - количество вещества по завершении реакции,

$M_{\text{возд}}$  - молярная масса воздуха, численно равная 29 г/моль

$M(O_2)$ -молярная масса кислорода, численно равная 32 г/моль

$V$ -объем воздуха в колбе, численно равный 0,25 л

$\omega_1$ - массовая доля кислорода в воздухе в начале реакции,

$\omega_2$ - массовая доля кислорода в воздухе в конце реакции,

$V_M$ - молярный объем, численно равный 24,06 л/моль (расчеты выше)

$m$ - масса вещества или смеси веществ

Учитывая время наблюдения за протеканием реакции  $t = 7200$  сек, рассчитываем коэффициент и выводим формулу, по которой будем производить расчет скорости протекания реакции

$$U_{p. \text{ ср.}} = 0,000005 * ((w_2 - w_1) / (1 - w_2)) \quad (\text{уравнение 4})$$

Используя формулу 3, были рассчитаны скорости выделения кислорода, данные занесены в таблицы 4.

### 3.1.3 Анализ полученных результатов по активности каталазы в зависимости от точки исследования и породы дерева

За время проведения исследований было проанализированы 60 образцов (20 проб в трехкратной повторности).

Результаты сведены в таблице 6. Как видно из таблицы 6, больше всего кислорода выделилось в пробе №5 (клен К), скорость протекания данной реакции равна  $U_{p. \text{ ср.}} = 7,66 * 10^{-7}$  моль/с. Второе, третье и четвертое место в ряду активности каталазы были присвоены пробе №17 (клен З:  $U_{p. \text{ ср.}} = 7,13 * 10^{-7}$

моль/с), пробе №6 (береза К:  $U_{p. \text{ ср.}}=6,71 \cdot 10^{-7}$  моль/с), пробе № 18 (береза З.:  $U_{p. \text{ ср.}}=6,53 \cdot 10^{-7}$  моль/с) соответственно.

Наименьшее выделение кислорода наблюдалось в пробах №3 (яблоня. В:  $U_{p. \text{ ср.}}=3,94 \cdot 10^{-7}$  моль/с) и №15 (яблоня. У:  $U_{p. \text{ ср.}}=3,94 \cdot 10^{-7}$  моль/с).

По нашим данным наибольшую активность проявила каталаза в листьях, собранных на ул. Кабалевского (точка 2). В общих рядах активности присвоены следующие номера: 1, 3, 8, 12. Ряд активности каталазы листьев разных древесных пород в данной точке (от наибольшей к наименьшей): **клен** ( $U_{p. \text{ ср.}}=7,66 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **береза** ( $U_{p. \text{ ср.}}=6,71 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **тополь** ( $U_{p. \text{ ср.}}=5,46 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **яблоня** ( $U_{p. \text{ ср.}}=5,01 \cdot 10^{-7}$  моль/с.).

Незначительные отличия активности фермента были отмечены в листьях, собранных в Завокзальном районе (точка 5). В общем ряду активности были присвоены номера: 2, 4, 9, 11. Ряд активности каталазы листьев разных древесных пород в данной точке получился аналогичный (от наибольшей к наименьшей): **клен** ( $U_{p. \text{ ср.}}=7,13 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **береза** ( $U_{p. \text{ ср.}}=6,53 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --  
- **тополь** ( $U_{p. \text{ ср.}}=5,26 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **яблоня** ( $U_{p. \text{ ср.}}=5,11 \cdot 10^{-7}$  моль/с.), наиболее устойчивыми к загрязнению оказались клен и береза, наименьшая активность каталазы были отмечены в пробах с листьями яблони.

Третье место было присвоено активности фермента в листьях, собранных на территории НОЦ (точка 3). В общем ряду активности были присвоены следующие номера: 5, 6, 7, 10. Ряд активности каталазы листьев разных древесных пород в данной точке следующий: **клен** ( $U_{p. \text{ ср.}}=6,36 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **тополь** ( $U_{p. \text{ ср.}}=6,24 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **береза** ( $U_{p. \text{ ср.}}=6,17 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **яблоня** ( $U_{p. \text{ ср.}}=5,22 \cdot 10^{-7}$  моль/с.)

Наименьшая активность каталазы была отмечена в листьях, собранных на Уральской (точка 4) и на ул. Вокзальная (точка 1), им были присвоены 4 и 5 места соответственно. Ряд активности для точки 4: **клен** ( $U_{p. \text{ ср.}}=4,51 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **тополь** ( $U_{p. \text{ ср.}}=4,45 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **береза** ( $U_{p. \text{ ср.}}=4,38 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --  
- **яблоня** ( $U_{p. \text{ ср.}}=3,94 \cdot 10^{-7}$  моль/с.).

В данной точке скорости выделения кислорода в пробах из листьев тополя и березы были сходными, каталаза яблони была самой неактивной. В Уральском микрорайоне общий ряд активности ферменту присвоены номера: 13, 14, 15, 17.

Общий ряд активности фермента для точки 1 (ул. Вокзальная) следующий: **береза** ( $U_{p. \text{ ср.}} = 4,45 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **клен** ( $U_{p. \text{ ср.}} = 4,23 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) = **тополь** ( $U_{p. \text{ ср.}} = 4,23 \cdot 10^{-7}$  моль/с.) --- **яблоня** ( $U_{p. \text{ ср.}} = 3,94 \cdot 10^{-7}$  моль/с.). Количество выделившегося кислорода оказалась одинаковой в пробах из листьев клена и тополя. По скорости выделения кислорода пробам присвоены номера: 14, 16, 16, 17.

На основании проведенных исследований можно отметить, что характер изменения активности каталазы разных древесных растений в насаждениях с разной степенью техногенного воздействия (разных экологических категорий) специфичен для каждого вида и необходимы дальнейшие исследования по изучению динамики данного показателя в течение вегетационного периода.

По предварительным данным по степени загрязнения и автомобильной нагрузки можно, точки исследований разместить в следующем порядке (в порядке возрастания загрязнения):

1. Точка 2. Ул. Кабалевского, территория садика «Колобок»
2. Точка 5. Микрорайон Завокзальный, улица проспект Победы
3. Точка 3. Территория НОЦ (Школа для старшеклассников)
4. Точка 4. Микрорайон Уральский, ул. Советская, остановка «Пожарное депо»
5. Точка 1. Ул. Вокзальная, остановка «Вокзальная»

Таким образом, из исследуемых точек наибольшее атмосферное загрязнение отмечается в точке 1, где образцы листьев показали наименьшую активность. При составлении *таблицы 5*, был произведен анализ активности каталазы в листьях в зависимости от породы деревьев.

Общий ряд активности каталазы в зависимости от породы дерева получился следующий (по убыванию активности): **Клен --- береза --- тополь -- -- яблоня**. Каталаза листьев клена ясенелистного была активна во всех собранных образцах, показатели скорости протекания реакций - самая высокие. Наименьшие показания были отмечены у образцов с листьями яблони. Активность данного фермента связана с физиологическим состоянием деревьев, может быть использована для диагностики их жизнеспособности и биоиндикационным показателем загрязнения окружающей среды. При атмосферном загрязнении каталаза разрушается, что является своеобразной реакцией растений на неблагоприятные условия.

### **3.2 Определение автотранспортной нагрузки и объемного количества выделившихся загрязняющих веществ сжигаемого топлива в точках исследования**

При изучении автотранспортной нагрузки подсчитывали число автомобильного транспорта и автобусов, фиксировалась скорость движения потока, данные заносили в полевой журнал. Регистрация числа автомобилей и автобусов производилась через 2 дня в течение 10 дней (*таблица 7*).

#### **3.2.1 Расчет объемного количества выделившихся загрязняющих веществ**

Для проведения расчетов выделившихся загрязняющих веществ использовали формула 2 главы «Методика». Из загрязняющих веществ учитывали выбросы CO (г/с) и NO<sub>2</sub> (г/с), расчеты представлены в *таблице 8*. Было проанализировано 5 дорожных участков, интенсивность движения на каждом из которых измерялась 5 раз. Протяженность дорожных участков везде одинаковая и равна 200 м.

Результаты сведены в *таблице 8*. Как видно из *таблицы 8*, выброс наибольшего количества CO и NO<sub>2</sub> происходит на дорожном участке точки 1 (M=436,55 г/с). Меньше загрязняющих веществ выбрасывается в точке 4

( $M=365,05$  г/с), в точке 3 (306,68 г/с), в точке 5 (219,35 г/с). Наименьшее выделение CO и NO<sub>2</sub> - в точке 2 ( $M=125,17$  г/с).

Проводя анализ полученных расчетов, было отмечено, что выбросы автомобильным транспортом были больше, чем выбросы автобусов. Показатели выбросов CO автотранспортом колебались в диапазоне: от 39,8 г/с на (точка 3) до 344,38 г/с (точка 1).

Выбросов оксида азота легковыми машинами было меньше, чем угарного газа, показатели колебались в пределах от 6,3 г/с (точка 4) до 43,5 г/с. (точка 5).

Такая же закономерность наблюдается при анализе выбросов загрязняющих веществ автобусами. Показатели выбросов CO автобусами колебались в широком диапазоне: от 0 г/с (точка 5) (не ходят автобусы) до 22,0 г/с (точка 1). Выбросов NO<sub>2</sub> автобусами было меньше, чем угарного газа, показатели колебались в пределах от 0 г/с (точка 5) до 26,67 г/с. (точка 1).

Таким образом, из исследуемых точек наибольшее атмосферное загрязнение отмечается в точке 1, где значения выбросов CO и NO<sub>2</sub> были наибольшими. Исходя из полученных данных, точки исследований можно расположить в возрастания величины выбросов CO и NO<sub>2</sub>.

1. Точка 2. Ул. Кабалевского, территория садика «Колобок»
2. Точка 5. Микрорайон Завокзальный, улица проспект Победы
3. Точка 3. Территория НОЦ (Школа для старшеклассников)
4. Точка 4. Микрорайон Уральский, ул. Советская, остановка «Пожарное депо»
5. Точка 1. Ул. Вокзальная, остановка «Вокзальная» (приложение 4).



## Заключение

Наше предположение, что за лето накапливают загрязняющие вещества выхлопных газов, разрушающие каталазу листьев, экспериментально было подтверждено: в точках, где каталаза менее активна, наблюдались наибольшие выбросы загрязняющих веществ автотранспортом. Низкая активность каталазы была отмечена в образцах листьев, собранных в точках с высокой автотранспортной нагрузкой. Загрязняющие вещества вызывают окислительное повреждение фермента каталазы и блокирование активного центра его ксенобиотиками, к понижению его активности. Эти явления усиливаются осенью, когда листья в течение всего лета испытывали воздействие выхлопных газов и накапливают загрязняющие вещества автотранспорта, происходит их накопление, проявляется суммарный эффект за весь летний период.

Наибольшая активность фермента была отмечена у клена и березы, наименьшая - у яблони. Общий ряд активности фермента на убывание: **Клен --- береза --- тополь ---- яблоня**. Исходя из полученных данных, точки исследования разместили в порядке возрастания загрязнения:

1. Точка 2. Ул. Кабалевского, территория садика «Колобок»
2. Точка 5. Микрорайон Завокзальный, ул. Проспект Победы
3. Точка 3. Территория НОЦ (Школа для старшеклассников)
4. Точка 4. Микрорайон Уральский, ул. Советская, «Пожарное депо»
5. Точка 1. Ул. Вокзальная, остановка «Вокзальная» (приложение 4).

Полученные расчеты содержания  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_2$  в выхлопных газах автотранспорта, показали, что выбросов автомобильным транспортом было больше, чем выбросов газов автобусами. Выбросов оксида азота легковыми машинами и автобусами было меньше, чем угарного газа. Из исследуемых точек наибольшее атмосферное загрязнение отмечается в точке 1, где значения выбросов  $\text{CO}$  и  $\text{NO}_2$  были наибольшими

### **Выводы:**

- 1) Активность каталазы в листьях разных древесных пород разная.
- 2) Чем больше выделяется в атмосферу оксида углерода и диоксида азота, тем ниже активность каталазы в листьях деревьев, растущих вблизи источника загрязнения.
- 3). Между активностью каталазы в листьях деревьев и величиной выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ существует обратная зависимость.

## Список литературы

1. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия: Учебник.- М.: Медицина, 1990.- с.1152. Основы биохимии: Учебник для студ. биол. спец. ун-тов/под ред. А.А. Анисимова.- М.: Выс.шк., 1986. - с.133-1403.
2. Громова Л.А. «Демонстрационные работы по биологии с использованием полнофункционального мобильного лабораторного комплекса», М.: «Просвещение», 2012.-90 с.
3. Диксон М., Уэбб Э. Ферменты: пер.англ.- М.: Мир, 1982.- т.1.- с. 36-43, 99, 199-202, 204, 235-239.
4. Королук М.А., Иванова Л.И., Майорова И.Г., Токарева В.Е. Метод определения активности каталазы // Лаб. дело.-1988. -№1. -с. 16-19
5. Кочетов Г.А. Практическое руководство по энзимологии.- М., 1989-50 с.
6. Ленинджер А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функций клетки // М.: Мир, 1974, 956 с4.
7. Николаевский, В.С. Экологическая оценка загрязнения среды и состояния наземных экосистем методами фитоиндикации [Текст] /В.С. Николаевский.- М.: МГУЛ, 1999.-193 с.
8. Бухарина, И.Л. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде [Текст] /И.Л. Бухарина, Т.М. Поварницина, К.М.Ведерников.-ИжГСХА. Ижевск, 2007. -216 с.

### Интернет – источники:

7. Способ определения активности каталазы в биологических объектах, URL:

URL: <http://www.findpatent.ru/patent/202/2027171.html>

8. Каталаза. Медицинская энциклопедия, URL:  
[http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc\\_medicine/14012/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B0](http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_medicine/14012/%D0%9A%D0%B0%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%B0)

9. Безручко Н. В., Рубцов Г. К., Ганяева Н. Б., Козлова Г. А., Садовникова Д. Г. КАТАЛАЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕД ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА И ЕЕ КЛИНИКО-БИОХИМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ В ОЦЕНКЕ РФ. Журнал Вестник Томского государственного педагогического университета Выпуск № 7 / 2012, Медицинская биохимия, Научная библиотека  
КиберЛенинка: URL <http://cyberleninka.ru/article/n/katalaza-biologicheskikh-sred-organizma-cheloveka-i-ee-kliniko-biohimicheskoe-znachenie-v-otsenke-endotoksikoza#ixzz2rbWMbJ00>

10. Сабанчиева Ж.Х. Определение активности каталазы эритроцитов – как показатель антиоксидантной защиты // Успехи современного естествознания. – 2004. – № 8 – стр. 69-69  
URL: [www.rae.ru/use/?section=content&op=show\\_article&article\\_id=7781343](http://www.rae.ru/use/?section=content&op=show_article&article_id=7781343) (дата обращения: 27.01.2014).

11. Исследование «Фермент каталаза Инструктивная карта №1  
URL <http://skachate.ru/biolog/58887/index.>» Дата публикации 14.06.2013?  
Размер 30.83 Кб. Тип Исследование

12. В.И. Резяпкин, В.С. Слышенков, И.Б. Заводник, В.Н. Бурдь, Л.И. Сушко, Е.И. Романчук, Л.М. Караедова. Лабораторная работа №22. Определение активности каталазы.

URL: [http://edu.grsu.by/books/lab\\_pr\\_bio/index.php/fermenty/laboratornaya-rabota-22-opredelenie-aktivnosti-katalazy](http://edu.grsu.by/books/lab_pr_bio/index.php/fermenty/laboratornaya-rabota-22-opredelenie-aktivnosti-katalazy)

13. Факторы, влияющие на активность ферментов. URL: <http://chel-ovek.ru/5/biologiya-kletki-i-molekulyarnaya-biologiya/bioenergetika/factory-vliyayushchie-na-aktivnost-fermentov>

## Таблицы, демонстрирующие результаты исследований

Таблица 1

Значения пробеговых выбросов  $M_L$  (г/км) для разных групп автомобилей (по Ложкину В.Н.)

Наименование группы автомобилей	№ группы	Выбросы							
		СО	NO <sub>x</sub> (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	СН	Сажа	SO <sub>2</sub>	Формальдегид	Соединения свинца	Бенз(а)-пирен
Легковые	I	19.0	1.8	2.1	-	0.065	0.006	0.019	$1.7 \cdot 10^{-6}$
Легковые дизельные	Id	2.0	1.3	0.25	0.1	0.21	0.003	-	-
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью до 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе) и микроавтобусы	II	69.4	2.9	11.5	-	0.20	0.020	0.026	$4.5 \cdot 10^{-6}$
Грузовые карбюраторные с грузоподъемностью более 3 т (в том числе работающие на сжиженном нефтяном газе)	III	75.0	5.2	13.4	-	0.22	0.022	0.033	$6.3 \cdot 10^{-6}$
Автобусы карбюраторные	IV	97.6	5.3	13.4	-	0.32	0.03	0.041	$6.4 \cdot 10^{-6}$
Грузовые дизельные	V	8.5	7.7	6.0	0.3	1.25	0.21	-	$6.5 \cdot 10^{-6}$
Автобусы дизельные	VI	8.8	8.0	6.5	0.3	1.45	0.31	-	$6.7 \cdot 10^{-6}$
Грузовые газобаллонные, работающие на сжатом природном газе	VII	39.0	2.6	1.3	-	0.18	0.002	-	$2.0 \cdot 10^{-6}$

Таблица 2

Значения коэффициентов  $\gamma_v$ , учитывающих изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

	Скорость движения (V, км/час)												
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	80	100
$\gamma_{V_{к.г}}$	1.35	1.28	1.2	1.1	1.0	0.88	0.75	0.63	0.5	0.3	0.45	0.5	0.65

Примечание: для диоксида азота значение  $\gamma_v$  принимается постоянным и равным 1 до скорости 80 км/час

Таблица 3

Схема проведения опыта, 2019 г

№	Участок (обозначение)	Древесная порода	Номер пробы
1.	Улица Вокзальная (В)	клен ясенелистный	Проба №1
		береза бородавчатая	Проба №2
		яблоня дикая	Проба №3
		тополь бальзамический	Проба №4
2.	Ул. Кабалевского (К)	клен ясенелистный	Проба №5
		береза бородавчатая	Проба №6
		яблоня дикая	Проба №7
		тополь бальзамический	Проба №8
3.	Территория школы (НОЦ)	клен ясенелистный	Проба №9
		береза бородавчатая	Проба №10
		яблоня дикая	Проба №11
		тополь бальзамический	Проба №12
4.	Микрорайон Уральский, остановка «Пожарное депо» (У)	клен ясенелистный	Проба №13
		береза бородавчатая	Проба №14
		яблоня дикая	Проба №15
		тополь бальзамический	Проба №16
5.	Завокзальный район, улица проспект Победы (З)	клен ясенелистный	Проба №17
		береза бородавчатая	Проба №18
		яблоня дикая	Проба №19
		тополь бальзамический	Проба №20

Таблица, демонстрирующая расчет скорости протекания реакций в листьях разных древесных пород по точкам исследования, 2019 г

<b>Точка №1. Улица Вокзальная (В)</b>
<p><b>Проба 1.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №1 (клен В):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,064 / (1 - 0,213)) = 4,23 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 2.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №2 (береза В):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,067 / (1 - 0,217)) = 4,45 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 3.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №3 (яблоня В):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,06 / (1 - 0,209)) = 3,94 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 4.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №4 (тополь В):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,064 / (1 - 0,214)) = 4,23 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p>
<b>Точка №2. Ул. Кабалевского (К)</b>
<p><b>Проба 5.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №5 (клен К):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,108 / (1 - 0,267)) = 7,66 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 6.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №6 (береза К):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,097 / (1 - 0,248)) = 6,71 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 7.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №6 (яблоня К):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,075 / (1 - 0,221)) = 5,01 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 8.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №4 (тополь В):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,081 / (1 - 0,229)) = 5,46 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p>
<b>Точка №3. Территория школы (НОЦ)</b>
<p><b>Проба 9.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №7 (клен НОЦ):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,093 / (1 - 0,24)) = 6,36 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 10.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №8 (береза НОЦ):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,09 / (1 - 0,241)) = 6,17 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 11.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №9 (яблоня НОЦ):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,078 / (1 - 0,223)) = 5,22 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p> <p><b>Проба 12.</b> Скорость выделения <math>O_2</math> в пробе №4 (тополь В):  <math>U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,091 / (1 - 0,242)) = 6,24 \cdot 10^{-7}</math> моль/с</p>
<b>Точка №4. Микрорайон Уральская, остановка «Пожарное депо»</b>

**Проба 13.** Скорость выделения  $O_2$  в пробе №1 (клен В):

$$U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,068 / (1 - 0,216)) = 4,51 \cdot 10^{-7} \text{ моль/с}$$

**Проба 14.** Скорость выделения  $O_2$  в пробе №2 (береза В):

$$U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,066 / (1 - 0,216)) = 4,38 \cdot 10^{-7} \text{ моль/с}$$

**Проба 15.** Скорость выделения  $O_2$  в пробе №3 (яблоня В):

$$U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,06 / (1 - 0,209)) = 3,94 \cdot 10^{-7} \text{ моль/с}$$

**Проба 16.** Скорость выделения  $O_2$  в пробе №4 (тополь В):

$$U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,067 / (1 - 0,217)) = 4,45 \cdot 10^{-7} \text{ моль/с}$$

**Точка №5. Завокзальный район, улица проспект Победы**

**Проба 17.** Скорость выделения  $O_2$  в пробе №1 (клен В):

$$U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,102 / (1 - 0,256)) = 7,13 \cdot 10^{-7} \text{ моль/с}$$

**Проба 18.** Скорость выделения  $O_2$  в пробе №2 (береза В):

$$U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,095 / (1 - 0,244)) = 6,53 \cdot 10^{-7} \text{ моль/с}$$

**Проба 19.** Скорость выделения  $O_2$  в пробе №3 (яблоня В):

$$U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,076 / (1 - 0,226)) = 5,11 \cdot 10^{-7} \text{ моль/с}$$

**Проба 20.** Скорость выделения  $O_2$  в пробе №4 (тополь В):

$$U_{p. ср.} = 5,2 \cdot 10^{-6} \cdot (0,078 / (1 - 0,229)) = 5,26 \cdot 10^{-7} \text{ моль/с}$$

Таблица 5

Таблица, демонстрирующая активность каталазы и скорость выделения кислорода по точкам исследования, осенняя проба, 2019 год

№ пробы (повторность)	Массовая доля $O_2$ опыта, %	Массовая доля $O_2$ после опыта, %	Разница, %	Скорость выделения $O_2$ , моль/с	Место в ряду активности
<b>Точка 1 (ул. Вокзальная (В))</b>					
<b><u>Проба №1 (Клен В):</u></b>					
1)	14,7	22,3	7,6		<b>16</b>
2)	15,1	20,9	5,8		
3)	14,8	20,7	5,9		
Средние значения	14,9	21,3	6,4	$4,23 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №2 (Береза В):</u></b>					



1)	15,2	22,5	7,3		14
2)	15,0	21,6	6,6		
3)	14,9	21,1	6,2		
Средние значения	15,0	21,7	6,7	$4,45 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №3 (Яблоня В)</u></b>					
1)	15,0	20,9	5,9		17
2)	15,0	21,7	6,7		
3)	14,8	20,1	5,3		
Средние значения	14,9	20,9	6,0	$3,94 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №4 (Тополь В)</u></b>					
1)	15,3	22,1	6,8		16
2)	15,0	20,9	5,9		
3)	14,8	21,3	6,5		
Средние значения	15,0	21,4	6,4	$4,23 \cdot 10^{-7}$	
<b>Точка 2 (ул. Кабалевского (К))</b>					
<b><u>Проба №5 (Клен К)</u></b>					
1)	15,4	25,8	10,4		1
2)	16,2	27,7	11,5		
3)	16,9	26,6	10,7		
Средние значения	15,8	26,7	10,8	$7,66 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №6 (береза К)</u></b>					
1)	15,0	24,1	9,1		3
2)	15,2	24,7	9,5		
3)	15,1	25,6	10,5		
Средние значения	15,1	24,8	9,7	$6,71 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №7 (яблоня К)</u></b>					
1)	14,9	22,1	7,2		12
2)	15,0	22,9	7,9		
3)	15,0	22,4	7,4		

Средние значения	15,0	22,1	7,5	5,01*10 <sup>-7</sup>	
<b>Проба №8 (тополь К)</b>					
1)	15,1	23,2	8,1		<b>8</b>
2)	15	23,0	8,0		
3)	15,1	23,5	8,4		
Средние значения	15,1	22,9	8,1	5,46*10 <sup>-7</sup>	
<b>Точка 3 (территория школы (НОЦ))</b>					
<b><u>Проба №9 (Клен НОЦ)</u></b>					
1)	14,3	24,2	9,9		<b>5</b>
2)	15,1	23,9	8,8		
3)	14,7	23,8	9,1		
Средние значения	14,7	24,0	9,3	6,36*10 <sup>-7</sup>	
<b><u>Проба №10 (Береза НОЦ)</u></b>					
1)	14,7	23,2	8,5		<b>7</b>
2)	15,1	24,9	9,8		
3)	15,5	24,1	8,6		
Средние значения	15,1	24,1	9,0	6,17*10 <sup>-7</sup>	
<b><u>Проба №11 (Яблоня НОЦ)</u></b>					
1)	13,9	22,6	8,7		<b>10</b>
2)	15,0	23,4	8,4		
3)	14,7	20,9	6,2		
Средние значения	14,5	22,3	7,8	5,22*10 <sup>-7</sup>	
<b><u>Проба №12 (Тополь НОЦ)</u></b>					
1)	15,2	24,9	9,7		<b>6</b>
2)	15,1	23,6	8,5		
3)	15,0	24,1	9,1		
Средние значения	15,1	24,2	9,1	6,24*10 <sup>-7</sup>	
<b>Точка 4 (микрорайон Уральский (У), остановка «Пожарное депо»)</b>					

<b><u>Проба №13 (Клен У)</u></b>					
1)	14,5	20,9	6,4		<b>13</b>
2)	14,7	21,8	7,1		
3)	15,1	22,1	7		
Средние значения	1	21,6	6,8	$4,51 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №14 (Береза У)</u></b>					
1)	15,0	21,8	6,8		<b>15</b>
2)	15,1	20,7	5,6		
3)	14,8	22,2	7,4		
Средние значения	15,0	21,6	6,6	$4,38 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №15 (Яблоня У)</u></b>					
1)	14,7	20,8	6,1		<b>17</b>
2)	15,2	21,9	6,7		
3)	15,0	20,1	5,1		
Средние значения	14,9	20,9	6,0	$3,94 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №16 (Тополь У)</u></b>					
1)	15,1	22,4	7,3		<b>14</b>
2)	15,1	21,6	6,5		
3)	14,8	21,1	6,3		
Средние значения	15,0	21,7	6,7	$4,45 \cdot 10^{-7}$	
<b>Точка 4 (микрорайон Завокзальный (З), территория)</b>					
<b><u>Проба № 17 (Клен З)</u></b>					
1)	14,9	24,8	9,9		<b>2</b>
2)	15,0	25,7	10,7		
3)	15,9	26,2	10,3		
Средние значения	15,3	25,6	10,2	$7,13 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба № 18(Береза З)</u></b>					
1)	15,0	24,2	9,2		<b>4</b>
2)	14,9	24,1	9,2		

3)	14,8	24,9	10,1		
Средние значения	14,9	24,4	9,5	$6,53 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №19(Яблоня 3)</u></b>					
1)	15,1	22,2	7,1		
2)	15,0	23,0	8		11
3)	14,8	22,6	7,8		
Средние значения		22,6	7,6	$5,11 \cdot 10^{-7}$	
<b><u>Проба №20(Тополь 3)</u></b>					
1)	15,2	23,0	7,8		
2)	15,0	23,1	8,1		9
3)	15,1	22,5	7,5		
Средние значения	15,1	22,9	7,8	$5,26 \cdot 10^{-7}$	

Таблица 6

Сводная таблица, демонстрирующая активность каталазы в листьях разных пород в осенний период времени, 2019 г

Точки исследования, породы деревьев	скорость выделения $O_2$ моль/сек* $10^{-7}$	место в ряду активности разных пород деревьев	место в ряду по степени загрязнения
<b>1. Ул. Вокзальная</b>			
Клён	4,23	2	
Яблоня	3,94	3	5
Берёза	4,45	1	
Тополь	4,23	2	
Средние значения	4,21	14, 16, 16, 17 (номера в общем ряду активности)	
<b>2. Ул. Кабалевского</b>			
Клён	7,66	1	
Яблоня	5,01	4	1
Берёза	6,71	2	
Тополь	5,46	3	

Средние значения	6,21	1, 3, 8, 12 (номера в общем ряду активности)	
<b>3. НОЦ</b>			
Клён	6,36	1	3
Яблоня	5,22	4	
Берёза	6,17	3	
Тополь	6,24	2	
Средние значения	5,9975	5, 6, 7, 10 (номера в общем ряду активности)	
<b>4. Микрорайон Уральский</b>			
Клён	4,51	1	4
Яблоня	3,94	4	
Берёза	4,38	3	
Тополь	4,45	2	
Средние значения	4,32	13, 14, 15, 17(номера в общем ряду активности)	
<b>5. Завокзальный р-он</b>			
Клён	7,13	1	2
Яблоня	5,11	4	
Берёза	6,53	2	
Тополь	5,26	3	
Средние значения	6,0075	2, 4, 9, 11(номера в общем ряду активности)	

Таблица 7

Полевой журнал обследования характеристик движущегося автотранспортного потока, 2019

Дата	Время подсчета, мин	Число автомобилей по группам		Скорость движения потока, км/час	
		легковые	АД	легковые	автобусы
<b>Точка 1. Улица Вокзальная</b>					

20.08	20	157	17	40	40
22.08	20	133	22	40	40
24.08	20	148	20	40	40
28.08	20	151	19	40	40
30.08	20	136	21	40	40
Среднее значение	20	145	20	40	40
<b>Точка 2. Улица Кабалевского</b>					
20.08	20	62	3	50	40
22.08	20	57	5	50	40
24.08	20	54	4	50	40
28.08	20	66	7	50	40
30.08	20	59	6	50	40
Среднее значение	20	60	5	50	40
<b>Точка 3. Улица Карла-Маркса</b>					
20.08	20	107	18	40	40
22.08	20	98	14	40	40
24.08	20	112	15	40	40
28.08	20	89	16	40	40
30.08	20	97	12	40	40
Среднее значение	20	101	15	40	40
<b>Точка 4. Улица Советская</b>					
20.08	20	130	18	40	40
22.08	20	109	20	40	40
24.08	20	115	15	40	40
28.08	20	129	13	40	40
30.08	20	120	20	40	40
Среднее значение	20	121	17	40	40
<b>Точка 5. Улица проспект Победы</b>					
20.08	20	92	0	40	40

22.08	20	88	0	40	40
24.08	20	71	0	40	40
28.08	20	76	0	40	40
30.08	20	79	0	40	40
Среднее значение	20	82	0	40	40

Таблица 8

Расчет объемного количества выделившихся выбросов CO и NO<sub>2</sub>, г/с по точкам исследования в г. Чайковский, 2019

Выбросы CO (г/с)	Выбросы NO <sub>2</sub> (г/с)
<b>Точка 1. Ул. Вокзальная</b>	
1) Выбросы легковыми машинами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 19 \times 145 \times 3 \times 0,75 = 344,3$ (г/с)	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 1,8 \times 145 \times 3 \times 1 = 43,50$ (г/с)
2) Выбросы автобусами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 8,8 \times 20 \times 3 \times 0,75 = 22,00$ (г/с)	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 8,0 \times 20 \times 3 \times 1 = 26,67$ (г/с)
<b>Суммарный выброс: (344,38+22,00)+(43,50+26,67)=436,55(г/с)</b>	
<b>Точка 2. Улица Кабалевского</b>	
1) Выбросы легковыми машинами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 19 \times 60 \times 3 \times 0,5 = 95,00$ (г/с)	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 1,8 \times 60 \times 3 \times 1 = 18,00$ (г/с)
2) Выбросы автобусами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 8,8 \times 5 \times 3 \times 0,75 = 5,50$ (г/с)	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 8,0 \times 5 \times 3 \times 1 = 6,67$ (г/с)
<b>Суммарный выброс: (95,00+5,50)+(18,00+6,67)=125,17(г/с)</b>	
<b>Точка 3. Улица Карла-Маркса</b>	
1) Выбросы легковыми машинами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 19 \times 101 \times 3 \times 0,75 = 239,88$ (г/с)	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 1,8 \times 101 \times 3 \times 1 = 30,30$ (г/с)

2) Выбросы автобусами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 8,8 \times 15 \times 3 \times 0,75 = 16,50(\text{г/с})$	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 8,0 \times 15 \times 3 \times 1 = 20,00(\text{г/с})$
<b>Суммарный выброс:</b> $(239,88+16,50)+(30,30+20)=306,68(\text{г/с})$	
<b>Точка 4. Улица Советская</b>	
1) Выбросы легковыми машинами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 19 \times 121 \times 3 \times 0,75 = 287,38$	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 1,8 \times 121 \times 3 \times 1 = 36,30$
2) Выбросы автобусами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 8,8 \times 17 \times 3 \times 0,75 = 18,70(\text{г/с})$	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 8,0 \times 17 \times 3 \times 1 = 22,67(\text{г/с})$
<b>Суммарный выброс:</b> $(287,38+18,70)+(36,30+22,67)=365,05(\text{г/с})$	
<b>Точка 5. Улица проспект Победы</b>	
1) Выбросы легковыми машинами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 19 \times 82 \times 3 \times 0,75 = 194,75(\text{г/с})$	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 1,8 \times 82 \times 3 \times 1 = 24,60(\text{г/с})$
2) Выбросы автобусами	
$M_{k,CO}^n = \frac{200}{3600} \times 8,8 \times 0 \times 3 \times 0,75 = 0$	$M_{k,NO_2}^n = \frac{200}{3600} \times 8,0 \times 0 \times 3 \times 1 = 0$
<b>Суммарный выброс:</b> $(194,75+0)+(24,60+0)=219,35(\text{г/с})$	



Материалы и оборудование, используемые в исследовании,  
(фото автора, Чурилова А., 2019г)

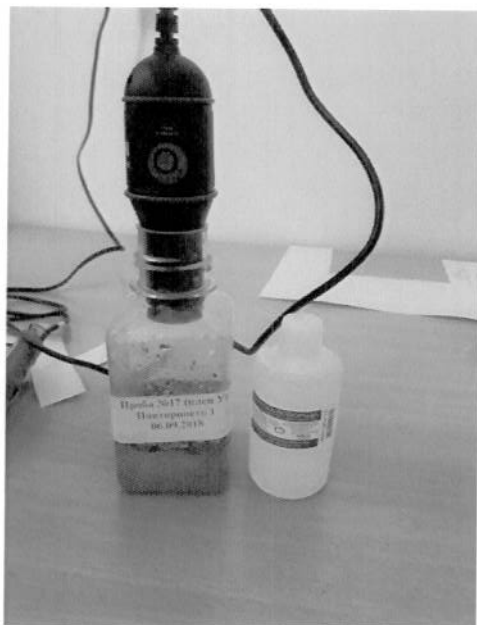


Фото 1. Перекись водорода, используемая в растворе

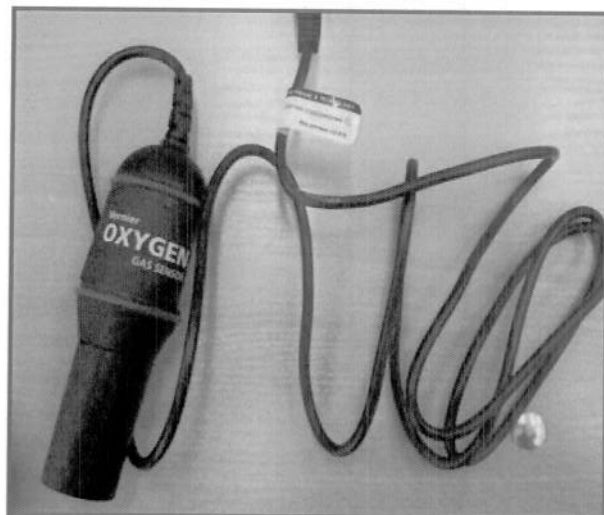


Фото 2. Датчик содержания кислорода



Фото 3. УИОД - устройство измерения и обработки данных LabQuest



Фото 4. Подключение датчика, определение количества кислорода в пробе



Фото 5. Листья тополя бальзамического, колбы 250мл



Фото 6. Изготовление кашицы из листьев яблони с помощью пестика и ступки

### Приложение 3

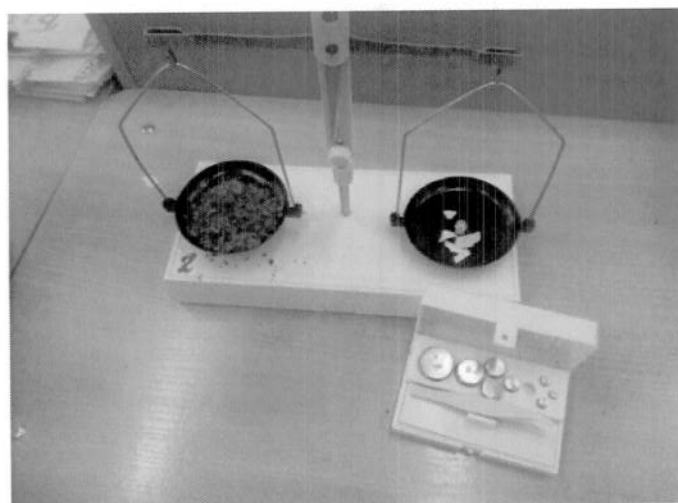
#### Фотографии, демонстрирующие этапы проведения исследований (фото Черезова Н., 2019 г)



Фото 7,8. Измельчение листьев



*Фото 9. Размельчение листьев с помощью фарфорового пестика и ступки*



*Фото 10. Взвешивание размельченных листьев с помощью весов*



*Фото 11, 12. Снятие показаний датчика*



Фото 13, 14. Проведение реакции и фиксация выделения кислорода с помощью датчика, визуальное наблюдение выделения кислорода



Фото 15. Проведение реакций. Пробы №1, 2, 3.

Фото 16. Снятие показаний с датчика, проба №20



Фото 17. Проба №16, тополь (У)

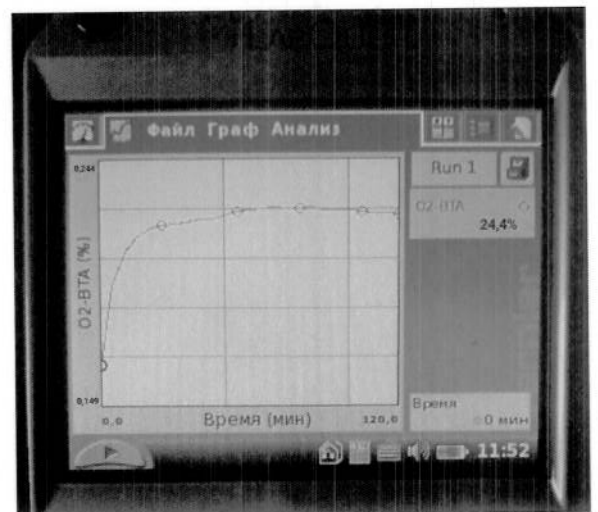


Фото 18. Проба №18, береза (З)

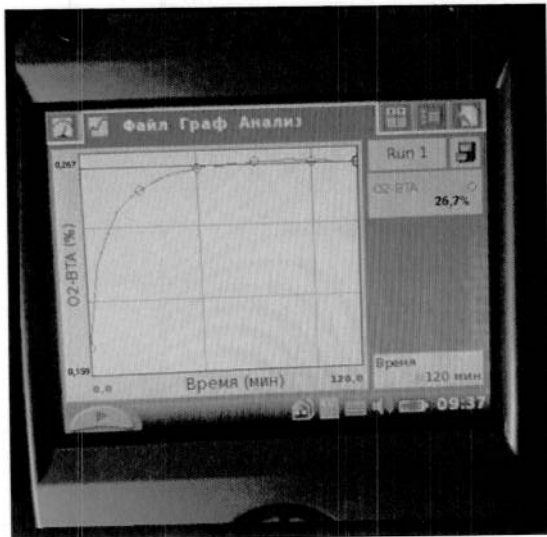


Фото 19. Показания датчика, проба №5.  
Клен (К)

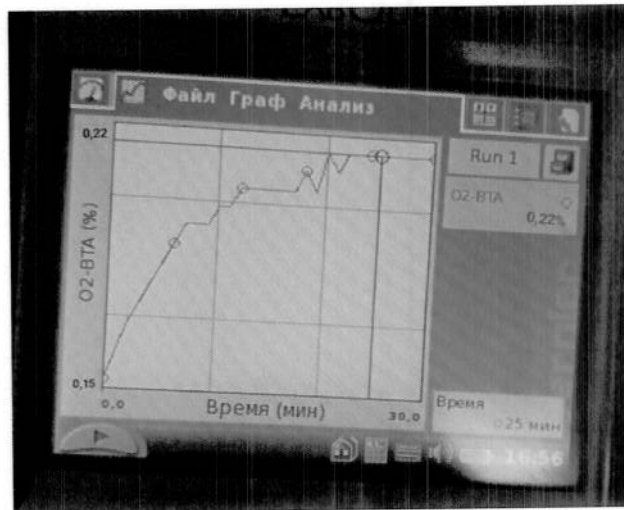


Фото 20. Показания датчика, проба №20,  
тополь (З)



Фото 21. Сбор данных об интенсивности  
движения

Карты и схемы расположения точек исследования в городе Чайковский

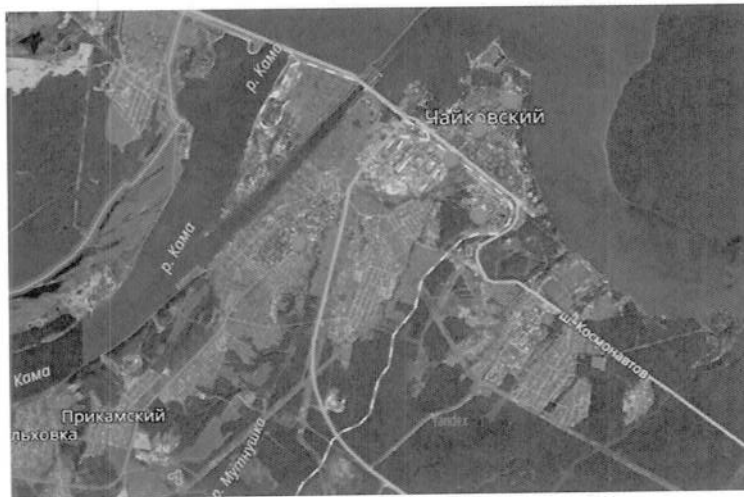


Фото 22. Карта города Чайковский с точками исследований



Фото 23. Дорожный участок на ул. Вокзальная



Фото 24. Дорожный участок на ул. Карла-Маркса

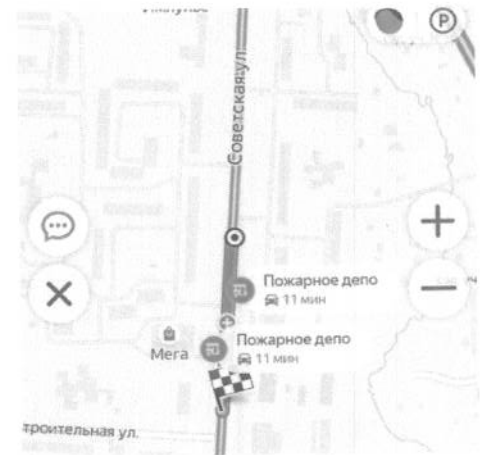


Фото 25. Дорожный участок на ул. Советская



Фото 26. Дорожный участок на ул. пр. Победы

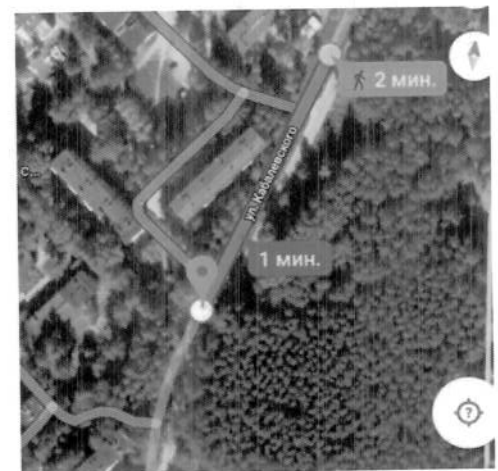


Фото 27. Дорожный участок на ул. Кабалева