

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
ПО ПОДГОТОВКЕ К УЧАСТИЮ В  
РЕГИОНАЛЬНОМ ЭТАПЕ ВСЕРОССИЙСКОГО  
КОНКУРСА ЮНЫХ ИССЛЕДОВАТЕЛЕЙ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ  
ИМЕНИ Б.В. ВСЕСВЯТСКОГО**

# СОДЕРЖАНИЕ

1

Аннотация

2

Пояснительная  
записка

3

Организационные  
особенности  
проведения  
регионального этапа  
конкурса имени  
Б.В. Всесвятского

4

Формы  
предоставления  
работ и  
требования к ним

5

Советы экспертов

6

Примеры методики  
исследований

7

Работа победителя  
регионального и  
всероссийского этапов

## Авторы-составители

**Шаталова Елена Владимировна**

старший методист АОУ ДО ВО «РЦДОД»

**Арапова Ольга Александровна**

методист АОУ ДО ВО «РЦДОД»

**Пестовская Ксения Андреевна**

педагог-организатор АОУ ДО ВО «РЦДОД»

# 1 | АННОТАЦИЯ



Методические рекомендации адресованы учителям, педагогам дополнительного образования, педагогам-организаторам, руководителям и наставникам школьных лесничеств, реализующим программы внеурочной деятельности и дополнительные общеобразовательные общеразвивающие программы естественнонаучной и технической направленности.

Методические рекомендации разработаны на основе практического опыта работы по организации регионального этапа Всероссийского конкурса юных исследователей окружающей среды имени Б.В. Всесвятского.

# 2 | ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

На территории Российской Федерации ежегодно проводится большое количество экологических конкурсных мероприятий для обучающихся.

Основными целями и задачами мероприятий являются: выявление талантливых обучающихся в области экологии и повышение уровня их экологической культуры, создание условий для самореализации обучающихся в сфере исследовательской и проектной деятельности по экологии; мотивации подрастающего поколения к будущей экологоориентированной профессиональной деятельности.

Огромный опыт в области воспитания детей окружающей средой оставил нам выдающийся педагог В.А. Сухомлинский. Он придавал большое значение влиянию природы на нравственное развитие ребенка. По его мнению, природа лежит в основе детского мышления, чувств, творчества. Неоднократно отмечал, что сама природа не воспитывает, а активно влияет только на взаимодействие с ней.

В целях привлечения внимания к вопросам изучения окружающей

среды и природного наследия с 1996 года проводится Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды который в последствии обозначился конкурсом «Открытия 2030», а с 2023 года носит название Всероссийского конкурса юных исследователей окружающей среды имени Б.В. Всесвятского.

В результате исследовательской деятельности школьники получают допрофессиональную подготовку, повышают свой образовательный уровень, совершенствуют навыки самостоятельной поисковой деятельности.

Обучающиеся Вологодской области также присоединились к участию в данном мероприятии в рамках регионального этапа конкурса.

Отличительной чертой регионального этапа конкурса в Вологодской области является включение номинаций по технической направленности, которые тесно перекликаются с направлениями деятельности предметов естественнонаучного цикла.

### 3 | ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЭТАПА КОНКУРСА ИМЕНИ Б.В. ВСЕСВЯТСКОГО

Региональный этап конкурса проходит ежегодно в соответствии с Календарным планом областных мероприятий и образовательных событий с обучающимися общеобразовательных организаций и организаций дополнительного образования, утвержденным приказом Департамента образования области.

Организаторами Конкурса выступают:

Департамент образования Вологодской области;  
автономное образовательное учреждение дополнительного образования Вологодской области «Региональный центр дополнительного образования детей».

Тематическим партнером Конкурса является:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вологодский государственный университет».

Цель и задачи Конкурса:

Цель Конкурса – выявление и развитие у обучающихся интереса и способностей к проектной, научно-исследовательской, инженерно-технической, изобретательской, творческой деятельности, направленной на изучение естественных и инженерных наук, повышение естественнонаучной грамотности, формирование экологически ответственного мировоззрения, личностную самореализацию и профессиональное самоопределение школьников.

Задачи Конкурса:

выявление и поддержка талантливой молодежи, обладающей глубокими естественнонаучными знаниями и творчески реализующей их в решении задач по сохранению природных и искусственно созданных экосистем и их компонентов;

ориентация обучающихся на получение фундаментального образования и научные исследования;

обмен опытом работы и установление профессиональных контактов между обучающимися и педагогами образовательных организаций высшего образования, сотрудниками научных и природоохранных организаций; привлечение внимания органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и местного самоуправления, общественности и средств массовой информации к вопросам экологического воспитания и охраны окружающей среды;

содействие социальной адаптации и профессиональной ориентации обучающихся образовательных организаций Российской Федерации.

Участники Конкурса являются обучающиеся образовательных организаций в возрасте от 10 до 18 лет.

Конкурс проводится в период с апреля по ноябрь в два этапа:

I этап – заочный включает в себя приемку конкурсных работ и экспертную оценку;

II этап – очная защита.

Номинации Конкурса:

Конкурс проводится по следующим направлениям и номинациям:

**Для обучающихся в возрасте от 10 до 13 лет**

«Юные исследователи» (учебные исследования или проектные работы, соответствующие тематическим направлениям номинаций Конкурса).

**Для обучающихся в возрасте от 14 до 18 лет**

«Зоология и экология позвоночных животных» (исследования обитающих в дикой природе млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, земноводных, рыб; фаунистика, зоогеография и экология различных систематических групп позвоночных; исследования поведения позвоночных);



«*Зоология и экология беспозвоночных животных*» (исследования обитающих в дикой природе насекомых, паукообразных, многоножек, ракообразных, моллюсков, червей, простейших и др.; фаунистика, зоогеография и экология различных систематических групп беспозвоночных; исследования поведения беспозвоночных);

«*Экспериментальная зоология*» (вопросы содержания, благополучия и онтогенеза диких животных в условиях неволи, исследования в области физиологии и поведения животных разных систематических групп);

«*Ботаника и экология растений*» (исследования биологических и экологических особенностей дикорастущих растений; популяционные исследования растений; исследования флоры и растительности);

«*Микология, лихенология, альгология*» (исследования биологических и экологических особенностей грибов, лишайников и водорослей, выявление эколого-морфологических особенностей, систематических групп, разнообразие грибов в природных экосистемах, симбиоз грибов с растениями, современные направления исследования лишайников);

«*Человек и его здоровье*» (исследования влияния воздействия факторов окружающей среды на организм человека, на его здоровье; изучение эффективности мер профилактики заболеваний и поддержания иммунитета; исследования в области физиологии человека; исследования в области экологии поселений; исследования в области новых полезных свойств живых организмов, субстанций и тканей);

«*Ландшафтная экология и почвоведение*» (исследования, направленные на комплексное изучение экосистем, оценку экологического состояния ландшафта, изучение взаимосвязей и взаимодействий между компонентами экосистемы, физико-географические исследования; исследования почв природных экосистем: физических, химических и биологических свойств почвы; исследования, направленные на изучение химических и биохимических процессов в почвах агросистем и растениях, анализ антропогенного загрязнения почв и грунтов и его влияния на организм человека, исследования в области восстановления первозданного облика природы на пост-индустриальной территории, комплексные фенологические исследования; проектные работы, описывающие приемы воздействия на почвы с целью повышения их плодородия);

«*Палеонтология*» (исследования представителей ископаемых растений, животных, а также палеоэкосистем);

«*Экологический мониторинг*» (исследования, в которых анализируется качество водной, воздушной или почвенной среды путём применения методов физики и химии, либо посредством методов биоиндикации);

«*Геоинформатика*» (использование гис-технологии и данных дистанционного зондирования земли в природоохранной деятельности, создание цифровых карт и геоинформационных систем, космический мониторинг состояния окружающей природной среды – мест захоронения твердых бытовых и промышленных отходов, лесных пожаров, подвижек ледников);

«*Прикладная клеточная биология, биотехнология, генетика и селекция*» (проектные работы, связанные с интеграцией химических технологий в эволюционные процессы природных систем; проектные работы, направленные на выявление и разработку химических индикаторов здоровья экосистемы региона; проектные работы, связанные с биологическими и экологическими особенностями бактерий и вирусов, культивированием хозяйствственно-значимых штаммов микроорганизмов; создание и разработка новых сортов растений; применение живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности для решения технологических задач);

«*Экология энергетики*» (исследовательские работы, направленные на изучение влияния воздействия на окружающую среду антропогенных факторов, вызванных деятельностью человека по добыче полезных ископаемых, производством, передачей и потреблением электрической и тепловой энергии);

«*Зеленая инженерия*» (проектные работы, направленные на разработку интерактивного оборудования для исследования и охраны окружающей среды (устройства умного сельского экодома, экосада, экогорода, разработка зеленых решений в области энергетики, разработка программного обеспечения (разработка приложений и др.); технические решения для выполнения инструментальных исследований и мониторинга окружающей среды, систем контроля доступа; проектные работы, направленные на получение экологически чистых источников электроэнергии, ее распределения и аккумуляции);

«*Обращение с отходами*» (исследования, связанные с возможностью переработки, утилизации и обработки различных видов отходов; проекты по организации раздельного сбора, предварительного накопления отходов, их переработки и утилизации);

«*Промышленные технологии*» (проектные работы, направленные на разработку: станкостроение и инструменты для промышленности; электроника, датчики, системы управления и их внедрение; промышленная робототехника (автоматизация и замена ручного труда человека на производстве);

**Исследователь - это  
человек, который  
продвигается по линии  
наибольшего удивления.  
- Силья Грин**

«Умная энергетика и электротранспорт» (проектные работы, направленные на разработку: альтернативных источников возобновляемой энергии: перспективные способы получения, передачи, использования, накопления, устройства, которые можно использовать как дополнительные и аварийные источники энергии для бытовых нужд; компактные устройства, прототипы, рабочие модели энергогенерирующих устройств в быту и для малых производственных задач; интеллектуальные энергетические системы: умные энергетические системы будущего в городах, более эффективное производство энергии; экосистема для электротранспорта и новые сервисы: предложите свое видение (транспорт, зарядная инфраструктура, остановки, применения);

«Умный мир (Умный город / Умный дом)» (проектные работы, направленные на разработку: цифровизация городского хозяйства, планирование, обустройство, построение модели и объединение в единую систему необходимых объектов городской инфраструктуры; автономные транспортные системы Города Будущего; новая техника, новые материалы и устройства и робототехника для строительства и ЖКХ; архитектурные и строительные технологии, новый дизайн объектов городской инфраструктуры. Умный дом (бытовые приборы, оснащения, удобные приспособления). Увлечения, игры, познавательные программы, приложения виртуальной и дополненной реальности);

«ИТ и Образование» (проектные работы, направленные на разработку: дополненная реальность и интерактивные средства обучения, например, в таких предметах как химия, физика, история, астрономия и пр.; облачные технологии в классе, приложения для смартфонов и предложения он-лайн платформ, которые помогут усовершенствовать учебный процесс и общение с учителем и одноклассниками; организация класса будущего: как должен быть организован и оснащен класс, спроектируйте и представьте свою модель).

Экспертами заочного этапа и членами жюри конкурса являются преподаватели Вологодского государственного университета, специалисты профильных организаций, ветераны педагогического труда.

По итогам регионального этапа конкурса победителю в каждой номинации предоставляется право участвовать в федеральном этапе. Если же в сроки, утверждённые федеральным оператором, победитель не сможет принять участие в финале конкурса, то право на участие переходит к призеру номинации.

## ФОРМЫ ПРЕДОСТАВЛЕНИЯ РАБОТ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

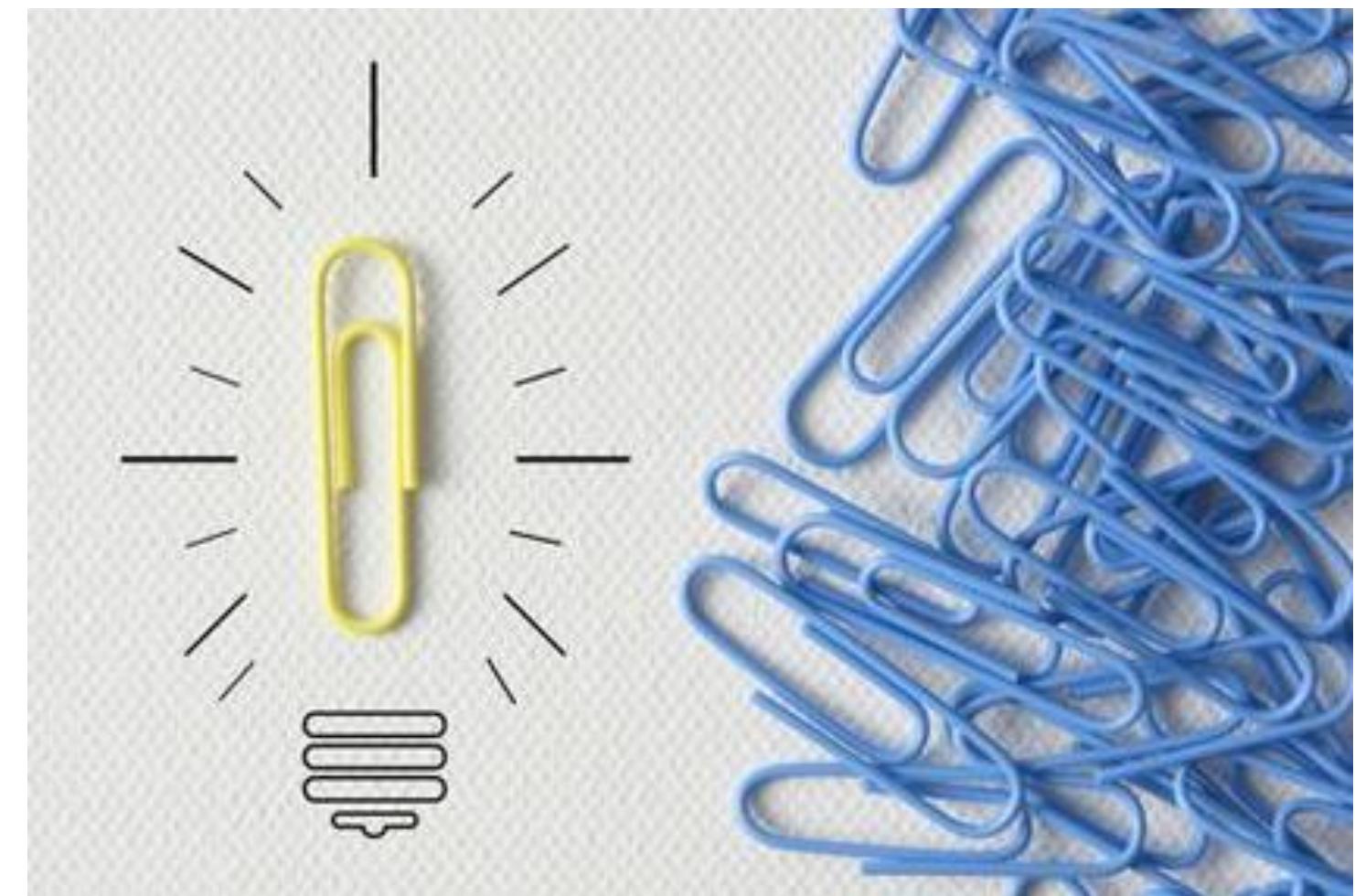
Конкурсные работы могут быть представлены в виде исследовательской работы или проекта.

Для оценки конкурсных работ разработаны критерии для заочного и очного этапов конкурса.

Критерии оценки конкурсных материалов на заочном этапе:

*Исследовательская работа:*  
соответствие работы требованиям к ее оформлению;  
актуальность выбранной темы и ее обоснование;  
постановка цели и задач, их соответствие содержанию работы;  
теоретическая проработка темы опыта или исследования (глубина проработанности и осмысливания материала, использование литературы);  
обоснованность применения методики опыта или исследования, полнота ее изложения;  
полнота и достоверность собранного и представленного материала;  
качество представления, наглядность результатов опыта или исследования;  
анализ и обсуждение результатов, обоснованность и значимость выводов;  
научное, практическое, образовательное значение проведенной исследовательской работы.

*Проект:*  
соответствие проекта требованиям к его оформлению;  
актуальность и новизна проекта;  
наличие организационных механизмов реализации проекта;  
наличие бизнес-плана;  
объем работы и количество предлагаемых решений;  
степень самостоятельности участия в реализации проекта;  
практическая значимость реализации проекта;  
качество оформления и наглядность проекта;  
информационное сопровождение проекта.



Критерии оценки конкурсных материалов на очном этапе:

*Исследовательская работа:*  
степень актуальности проблемы, затронутой в теме представленной работы, соответствие цели и задачам;  
использование инновационных технологий, новаторских методик, обоснованность их применения в практической деятельности;  
достоверность полученных результатов (количество, продуктивность, урожайность, экономическое обоснование);

*Проект:*  
обоснование актуальности существующей проблемы;  
соответствие содержания поставленной цели и задачам;  
наличие самостоятельного взгляда автора на решаемую проблему, оригинальность подходов к ее решению;  
грамотность и логичность в последовательности реализации этапов проекта;

Продолжение на следующей странице

## Исследовательская работа:

качество демонстрационных экспонатов, их внешний вид и этикетирование; эстетичность, выразительность и оригинальность оформления демонстрационных экспозиций; четкость доклада, презентация экспозиции, соблюдение регламента; творческий подход, самостоятельность и активность, степень владения материалом, ответы на вопросы; результативность и практическая значимость работы, использование полученных результатов (в регионе, местном хозяйстве и др.).

## Проект:

практическая значимость проекта; качество и информативность наглядно-иллюстративного материала; качество представления работы (соблюдение регламента, доступность изложения, четкость и логика построения, использование наглядно-иллюстративного материала, ответы на вопросы); наличие и степень вовлеченности партнерских организаций в реализации представленной практики.

- методику исследования или опыта (описание схемы опыта, техники наблюдений и учетов, которые использовались в ходе работы, агротехническое обоснование, статистическую и экономическую оценку результатов);
- прогнозируемые или полученные результаты работы, их обсуждение. Желательно использование таблиц, диаграмм, графиков и т.п.;
- выводы (краткие ответы на вопросы, поставленные в задачах);
- заключение, где могут быть отмечены лица, помогавшие в выполнении работы, намечены дальнейшие перспективы работы;
- список использованной литературы, оформленный в соответствии с правилами составления библиографического списка. В тексте работы должны быть ссылки на использованные литературные источники;
- фактические и числовые данные, имеющие большой объем, а также рисунки, диаграммы, схемы, карты, фотографии и т.д. могут быть вынесены в конец работы (в приложения). Все приложения должны быть пронумерованы и озаглавлены, а в тексте работы должны быть сделаны ссылки на них.

## Проект должен включать:

- титульный лист, на котором указано (сверху вниз): название организации и объединения, тема работы, фамилия и имя (полностью) автора, возраст, фамилия, имя и отчество (полностью) руководителя и консультанта (если имеются); населенный пункт, год выполнения работы;
- оглавление;
- введение, где необходимо указать проблему, которую решает проект; обосновать ее актуальность, указать цель и задачи;
- механизмы и этапы реализации проекта;
- бизнес-план;
- результаты по его реализации;
- практическая значимость.
- Желательно иметь в приложении наглядный материал (по усмотрению автора), раскрывающий содержание всех этапов реализации проекта.

# ТРЕБОВАНИЯ К РАБОТАМ

Общие требования по оформлению конкурсных работ: все текстовые материалы должны быть написаны на русском языке, объем работы не более 25 страниц, шрифт 14, интервал одинарный.

## Исследовательская работа содержит:

- титульный лист, на котором указано (сверху вниз): название организации и объединения, тема работы, фамилия и имя (полностью) автора, возраст, фамилия, имя и отчество (полностью) руководителя и консультанта (если имеются); населенный пункт, год выполнения работы;
- оглавление;
- введение, где необходимо сформулировать проблему, цель и задачи работы, обосновать ее актуальность;
- краткий обзор литературных источников по проблеме исследования;
- место и сроки проведения исследования;
- характеристику климатических, почвенных, хозяйственных условий района;

## Подготовка презентации к защите конкурсной работы:

Защита конкурсной работы проходит в форме устного доклада с использованием презентации. Презентация состоит не более чем из 12 слайдов. Не стоит заполнять слайд большим количеством информации. На слайдах должны быть только тезисы, ключевые фразы и графическая информация (рисунки, графики и т.п.) – они сопровождают подробное изложение мыслей докладчика, но не наоборот. Общие правила оформления презентации можно найти в интернете. Время, выделенное для защиты, составляет не более 10 (десяти) минут: 7 минут на выступление и 3 минуты на вопросы.

## 5 | СОВЕТЫ ЭКСПЕРТОВ

Подготовлено на основе анализа работ членами жюри: Тропин Николай Юрьевич – старший научный сотрудник Вологодского филиала ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, кандидат биологических наук , Левашов Андрей Николаевич – методист по естественнонаучному направлению МАУ ДО «Центр творчества»

Анализ экологических проектов и исследовательских работ, представленных на региональный этап Всероссийского конкурса юных исследователей окружающей среды имени Б.В. Всесвятского в 2023 году, выявил широкий спектр тематики и методических подходов. Также отмечено разнообразие уровней реализации работ - от серьезного законченного научного исследования с использованием современного высокоточного оборудования и полноценной статистической обработкой результатов до поверхностной и приблизительной иллюстрации влияния некоторых экологических факторов на организм человека, без глубоких выводов.

В связи с этим предлагаем научным руководителям ряд методических советов для реализации единого подхода к биологическим и экологическим изысканиям, особенно на начальных этапах исследовательской работы.

1. Необходимым условием для организации даже школьного этапа научной работы является грамотное формулирование темы, определение целей и задач исследования.

Выбор темы – это наиболее важный момент в организации исследовательской деятельности школьников. От того, насколько удачно выбрана тема исследования, будет во многом зависеть и его результативность. При выборе темы в обязательном порядке должно учитываться желание ребенка изучать ту или иную проблему, его личные возможности, возможности руководителя и материальные возможности. Тема работы должна быть сформулирована так, чтобы полностью отражать содержание работы. Примеры тем по номинациям:

Номинация «Юные исследователи»: «Изучение экологического состояния пришкольного сквера по улице Гайдара города Бабаево», «Создание экологической тропы в Осановской роще».

Номинации «Зоология и экология позвоночных животных» и «Зоология и экология беспозвоночных животных»: «Ихтиофауна и рыболовство на реке Сухона в Нюксенском округе Вологодской области», «Сравнение дневных чешуекрылых деревни Патино Череповецкого района и города Череповца».

Номинация «Ботаника и экология растений»: «Исследование состояния парка усадьбы «Хвалёвское», «Ценопопуляции чемерицы Лобеля в заказнике «Нюшменский бор».



Номинация «Экспериментальная зоология»: «Влияние морфофизиологических свойств куриных яиц на выводимость цыплят».

Номинация «Микология, лихенология, альгология»: «Трутовые сидячие грибы ООПТ «Нюшменский бор», «Трутовики как часть экосистемы».

Номинация «Человек и его здоровье»: «Содержание ртути в волосах жителей Череповца Вологодской области», «Влияние антбиактериальных средств на рост микроорганизмов».

Номинация «Ландшафтная экология и почвоведение»: «Комплексное исследование участка реки Крутой Сивеж на территории заказника «Нюшменский бор», «Изучение изменений береговой линии Белого озера».

Номинация «Экологический мониторинг»: «Содержание ртути в мышцах окуня водоёмов Вологодской области», «Биоиндикация состояния атмосферы города Череповца по состоянию хвои Сосны обыкновенной».

Номинация «Умный дом»: «Электронный ароматизатор воздуха», «Умный мусорный контейнер».

Номинация «Промышленные технологии»: «Создание аппарата для уборки мусора с поверхности водоёмов», «Концепт умного робот-кондиционера».

Цель - это конечный результат, который бы хотелось достичь исследователю. Чаще всего она формулируется со словами: выявить, установить, обосновать, уточнить, разработать. Цель - это идеальное видение результата. Цель учебного исследования должна быть конкретной, доступной, значимой, интересной и не глобальной. Методика исследований, которой впоследствии будут пользоваться обучающиеся при проведении исследования, должна полностью соответствовать поставленной цели и задачам, которые конкретизируют цель исследования. Необходимо запомнить: цель всегда одна, а задач может быть несколько. Количество выделенных задач должно быть равным числу выводов, полученных по результатам проведенной работы.

**Типичные ошибки:** часто цели сформулированы расплывчато, в общем виде, и не всегда соответствуют заявленной тематике; задачи не соответствуют логике этапов исследования и не позволяют оценить пути достижения результатов.

2. Для обеспечения научной значимости очень весомым фактором является выбор методов исследования, адекватных выбранной теме. Применяемые в исследованиях методы должны быть подробно описаны с указанием авторов и ссылок на литературные источники. Если применяемый метод в ходе работ был скорректирован или изменен, то это необходимо обязательно указать.

Работа может носить реферативный характер, тогда ведущее значение должен иметь список литературных или интернет-источников с действительными ссылками и адресами, а также личные рассуждения и выводы по ним, доказывающие глубокую проработку темы.

В проекте может быть использована группа методов наблюдения в виде лонгитюдного или сравнительного подхода, тогда они должны быть подтверждены иллюстративно, а лучше – с использованием количественных показателей и последующей математической их обработкой (нахождение среднего арифметического, стандартного отклонения, уровня достоверности различий выборок, коэффициента вариации).

К постановке эксперимента необходимо подходить более тщательно, использовать результаты контрольной группы для сравнения с экспериментальными показаниями, планировать необходимое и достаточное количество повторности для убедительности результатов. В силу сложностей вычисления многофакторный анализ, оценка степени влияния разных факторов на исследуемый объект или процесс, на школьном этапе работы может не проводиться.

3. Статистическая обработка результатов исследования придает проекту убедительность, завершенность, помогает сделать объективные выводы. Для данного рода исследований не нужно делать большие выборки, но они должны быть максимально однородными, чтобы исключить влияние неучтенных факторов. Обязательно нужно сравнение с контрольными группами, это придаст большую достоверность результатам. Методики статистической обработки многочисленны, следует выбрать наиболее простые и понятные из предлагаемых в различных источниках по данной теме.

Результаты, полученные в ходе обработки числовых данных, лучше всего представлять в виде графиков, диаграмм и таблиц с пояснениями в текстовой форме. В тексте работ желательно провести выравнивание и форматирование рисунков и других графических форм по одинаковым параметрам для улучшения восприятия полученных результатов.

4. Формулировка выводов часто страдает неопределенностью, бездоказательностью и не отвечает тем целям, которые заявлены в начале исследования.

**Типичные ошибки:** автор не учитывает собственные результаты и использует общие фразы, не обоснованные данным исследованием. В некоторых работах просто отсутствуют выводы и перспективы дальнейших исследований, что ухудшает впечатление о проделанной работе.

5. Для сохранения имиджа работы обязательно обращать внимание на наличие орфографических и грамматических ошибок, которые устраняются многократным вычитыванием текста как школьником, так и его руководителем.

6. При защите работы необходимо свободное владение материалом, а не зачитывание по листку или слайдам презентации. Для успешного ответа на поставленные вопросы, необходимо хорошее знание объекта и предмета исследования, владение понятийным аппаратом.

7. Важно не путать проект и исследовательскую работу. Принципиальное отличие проекта от исследования состоит в том, что проект всегда ориентирован на практику.

Алгоритм работы над проектом:

- Подготовка: определение темы и целей проекта, его исходного положения, подбор рабочей группы.
- Планирование: определение источников необходимой информации, определение способов сбора и анализа информации, определение способа представления результатов (формы проекта), установление процедур и критериев оценки результатов проекта, распределение задач (обязанностей) между членами рабочей группы.
- Исследование: сбор и уточнение информации (основные инструменты):

Продолжение на следующей странице

опросы, наблюдения, эксперименты и т.п.), выявление («мозговой штурм») и обсуждение альтернатив, возникших в ходе выполнения проекта, выбор оптимального варианта хода проекта, поэтапное выполнение исследовательских задач.

- Выводы: анализ информации, формирование выводов.
  - Представление (защита) проекта и оценка его результатов.
8. Также важно понимать различия учебно-исследовательской и научно-исследовательской работы:

#### *Учебно-исследовательская работа*

Выполняются обучающимися при постоянном контроле руководителя, с использованием упрощенных методик сбора и обработки данных, или по разработанному учебному алгоритму. Цель выполнения такой работы- обучающая;

Цель - ознакомление обучающихся с различными методиками выполнения работ, способами сбора, обработки и анализа полученного материала, а также направлена на выработку умения обобщать данные и формулировать результаты.

#### Алгоритм выполнения исследовательской работы :

- Выбор темы исследования.
- Обсуждение цели, задач, гипотезы исследования.
- Изучение научной литературы и подготовка литературного обзора.
- Подбор и практическое освоение методов исследования.
- Выполнение собственных исследований.
- Обработка результатов и их обсуждение.
- Оформление текста работы, презентации по результатам исследования, подготовка доклада.

#### *Научно-исследовательская работа*

Исследования выполняются самостоятельно, результаты имеют научную ценность и не являются запрограммированными руководителем. Руководитель лишь консультирует обучающегося;

Обучающийся владеет в полной мере всеми методами сбора и обработки данных, сам планирует и организует исследование, формулирует цель, задачи исследования.

**Исследовать — значит видеть то, что видели все, и думать так, как не думал никто.**

*- Альберт Сен-Дьёрди*

## ПРИМЕРЫ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ



### Методика исследования наземной флоры сосудистых растений

**Основные понятия.** Флора - совокупность видов растений, которые встречаются на данной территории, слагают все свойственные ей растительные сообщества и заселяют все типы местообитаний.

Различают «флору мхов» (бриофлора), «флору грибов» (микофлора), «флору водорослей» (альгофлора). Важнейшим признаком каждой флоры является ее видовой состав. Учет видов, произрастающих на определенной территории - инвентаризация флоры - представляет необходимую основу каждого флористического исследования.

При флористических исследованиях необходимо учитывать минимальную площадь непосредственно изучаемой территории, которая будет характеризовать основные признаки всего изучаемого объекта.

Полевые исследования проводят маршрутным, стационарным или смешанным методами.

**Материал и снаряжение**, необходимое во время флористических исследований, включают в себя, прежде всего, гербарную папку и пресс. Папка представляет собой 2 куска фанеры или прочного картона размером 30-35×42 - 45 см. На каждом листе делаются по 4 отверстия, через которые продевается веревка, которая образует ручки.

Гербарный пресс - это две деревянные рамки размером 30 - 35×42 - 46 см, на которые натянута металлическая сетка (она может быть заменена фанерой или плотным картоном с отверстиями. Для прессования растений, вложенных

в гербарный пресс, необходим прочный шпагат или бельевая веревка длиной 1,5-2,0 м. Для сбора и сушки растений используют обычно старые газеты, перегнутые пополам, плотную бумагу для черновых этикеток и тетради для полевых дневников. Для записи, используют мягкий простой карандаш, шариковую ручку использовать нежелательно. Растения выкапывают с помощью прочных ножей или стамесок. Для срезки деревянистых растений используют садовый секатор.

Кроме того, необходимо иметь для ориентирования компас, при возможности - GPS-навигатор, фотоаппарат для регистрации внешнего вида растений, природных ландшафтов. В длительных пеших экспедициях требуются палатка, спальный мешок, пенка, аптечка, одежда, посуда и так далее. Выбирать вещи и снаряжение учитывая в какую местность вы идете, сезон, примерный прогноз погоды и длительность экспедиции. Не существует универсальных советов, которые подойдут всем участникам экспедиции. Ознакомившись с основными требованиями к экипировке, вы избежите элементарных ошибок.

**Состав экспедиции.** Вне населенных пунктов, согласно правилам техники безопасности, работа в одиночку запрещена. Поэтому целесообразно найти себе спутника. Наиболее оптимальный состав экспедиции - от 3 до 5 человек при условии, что направление ее является чисто флористическим.

Как показывает практика, более продуктивная работа осуществляется во время комплексных экспедиций, когда в ее состав входят исследователи разных направлений, заинтересованные в изучении данной территории.

### Маршрутный метод

Маршрутный метод заключается в том, что территория исследования покрывается равномерной сетью маршрутов. Во время следования по ним производят составление флористических описаний. Маршруты прокладываются таким образом, чтобы охватить наибольшее разнообразие местообитаний, а в пределах каждого из них находился бы отрезок маршрута максимальной протяженности. Наибольшее разнообразие местообитаний наблюдается в долинах крупных рек, котловинах древних озер на участках с густой овражно-балочной сетью, близ краев речных долин.

При движении вдоль речного русла следует несколько раз пересечь долину реки, исследовать оба берега. Аналогично - при обследовании оврагов необходимо осмотреть оба их склона, не забывая пройти по днищу, зайти в ответвления. Если изучается ровная территория с однородной растительностью, то маршрут планируется зигзагами и петлями, чтобы, удлиняя свой путь, не пропустить некоторые редко встречающиеся растения. В лесных массивах больший интерес представляют старовозрастные насаждения и не характерные для данной территории типы лесов. При

исследовании флоры лугов следует большее внимание уделять склонам оврагов и балок. При наличии на территории исследования выходов коренных пород следует уделить им особое внимание.

На маршруте полезно определять его протяженность с помощью GPS-навигатора, шагомера или курвиметра с использованием карты или плана местности. При многодневных исследованиях не обязательно стремиться, чтобы один маршрут начинался в конце предыдущего. Однако необходимо планировать его так, чтобы на пути встретился источник с питьевой водой (родник, ручей), чтобы можно было пополнить запасы воды.

Во время движения по маршруту в полевой дневник записываются встреченные виды растений, неизвестные - собираются в гербарий для дальнейшего определения. Записи ведутся по ходу следования, либо периодически делаются остановки с составлением подробного списка видов, после чего движение продолжается. В последнем случае каждый флористический список полезно сопровождать комментариями по географическому положению, а при наличии GPS-навигатора - записью точных географических координат места описания.

#### **Стационарный метод**

Стационарный метод обычно используется для изучения локальных флор (заповедников, национальных парков, окрестностей населенных пунктов). В окрестностях выбранного стационара закладывается сеть маршрутов, равномерно покрывающая исследуемую территорию и захватывающая все имеющиеся здесь местообитания.

При использовании стационарного метода необходимо предусмотреть периодичность посещения сети маршрутов. Флористические исследования определенной территории должны учитывать особенности ее растительного покрова, смены фенологических фаз.

При использовании такого метода обеспечивается наибольший уровень выявления флористического состава изучаемой территории. Но размер этой площади обычно невелик, а разнообразие местообитаний ограничено. Рационально применение этого метода для наиболее полного выявления флоры пробных площадей во время геоботанических исследований или изучения сопутствующей редким видам растений флоры при проведении популяционных исследований на стационарных учетных площадях.

#### **Смешанный, комбинированный, или маршрутно-стационарный метод.**

При его использовании, в зависимости от конкретной программы работ, в большей или меньшей степени объединяются маршрутные и стационарные методы. Более того, в рамках этого метода маршрутный и стационарный подходы методически сближаются: при увеличении плотности маршрутов при первом методе или при увеличении площади изучаемых локальных флор – при втором.

**Ты никогда не пересечешь океан, если не наберешься смелости потерять из виду берег.**

*- Христофор Колумб*

## РАБОТА ПОБЕДИТЕЛЯ РЕГИОНАЛЬНОГО И ВСЕРОССИЙСКОГО ЭТАПОВ КОНКУРСА



Номинация «Обращение с отходами»

### Биоразлагаемый пластик

Автор работы:

Саутин Владислав Максимович, 8 класс

МАОУ ДО «Дворец детского и юношеского творчества имени А.А. Алексеевой», г. Череповец, Вологодская область

### Введение

Острая экологическая проблема, с которой столкнулось современное общество – это пластиковое загрязнение, которое взаимосвязано с невысокой ценой и долговечностью пластмасс, а также незаменимостью в данный момент этого материала в некоторых сферах, что определяет высокий уровень его использования человеком. В результате жизнедеятельности человека в окружающую среду попадает огромное количество пластиковых отходов, которые отрицательно влияют на земную поверхность, водные пути и океаны. Синтетический пластик опасен тем, что имеет длительный период разложения, а некоторый содержит и токсичные вещества. Кроме того, в результате жизненного цикла пластика могут высвобождаться парниковые газы, что вносит существенный вклад в глобальное потепление климата на нашей планете.

Усилия по сокращению пластикового загрязнения предпринимаются в различных странах и включают в себя попытки снизить потребление одноразовых пластмасс и поощрение их переработки.

Тема моей работы актуальна, поскольку пластиковое загрязнение вызывает серьезную угрозу для нашей планеты. Один из способов решения проблемы – создание биоразлагаемого пластика и замена им углеводородного.

**Цель работы:** получение биоразлагаемого пластика.

**Задачи:**

создать биоразлагаемый пластик из растительного сырья;  
сравнить результат получения биоразлагаемого пластика из различных веществ.

### Глава 1. Обзор литературы

Биопластиком называют пластмассы на биологической основе. Такой материал сделан из биомассы (кукурузы, соломы, опилок), а не из ископаемых ресурсов на основе нефти [6].

Биоразложение (биодеградация, биологический распад) в общем случае представляет собой распад какого-либо вещества в результате жизнедеятельности микроорганизмов. Конечным результатом этого процесса являются устойчивые, простые соединения (такие как вода и углекислый газ), т.е. происходит разделение органических химических соединений вещества с помощью микроорганизмов на углекислый газ, воду и минеральные соли любых других присутствующих элементов (минерализация) и новую биомассу в присутствии кислорода либо разделение на углекислый газ, метан, минеральные соли и новую биомассу в отсутствие кислорода [4].

По отечественному [ГОСТ Р 54530-2011](#) время разложения упаковки в компосте должно быть не более 6 мес. Степень биоразложения должна составлять не менее 90% при аэробном биоразложении и не менее 50% при анаэробном биоразложении [4].

Одно из преимуществ биопластиков, которое подчеркивают все их производители, – они существенно уменьшают выбросы диоксида углерода в окружающую среду. Это зависит именно от сырья, ведь биомасса растет благодаря тому, что поглощает из атмосферы диоксид углерода. И даже если неразлагаемые пластики, сделанные из растений, сожгут в конце цикла, в атмосферу попадет лишь тот углекислый газ, что они поглотили при жизни. По приблизительным подсчетам, только пластики на основе крахмала могут сэкономить от 0,8 до 3,2 т CO<sub>2</sub> на тонну продукции по сравнению с полиэтиленом, полученным из органического топлива [1].

Безусловно, возобновляемое сырье уменьшает зависимость от полезных ископаемых, и это замечательно. Однако не составит ли выращиваемая биомасса конкуренцию продовольственным сельскохозяйственным культурам?

Похоже, это теоретические опасения. Сегодня биомасса, которая идет на производство биотоплива и химических продуктов, – это не более 5% от всей биомассы, используемой человеком. Распределение выглядит примерно так: 62% биомассы – это сельскохозяйственные культуры (продукты питания), 33% – лес для обогрева, строительства, мебели и бумаги, и только оставшиеся 5% идут на текстиль, химию. Вряд ли это соотношение сильно изменится в последнее время даже при активном росте производства биопластиков. По большому счету речь о конкуренции не идет [1].

Проблема, как всегда, в деньгах - сегодня биопластики стоят в 2–7 раз дороже, чем их аналоги, полученные из углеводородного сырья. Однако не стоит забывать о том, что еще пять лет назад они были в 35–100 раз дороже. Но пока биопластики так дороги, их массовый выпуск нереален. Многие эксперты полагают, что как только большое количество заводов начнет выпускать биопластики, цена упадет, и тогда-то они составят реальную конкуренцию полимерам из нефти [1].

Крахмал - пожалуй, самое распространенное сырье для биоразлагаемых материалов, с ним работают более 30% специализированных предприятий. Конечно, сам он довольно хрупкий, но если в него добавить растительные пластификаторы (глицерин, сорбитол), волокна льна, конопли или полимер молочной кислоты, полученный из кукурузы или свеклы, то это увеличит механическую прочность и пластичность. Модификация гидрофильных ОН-групп сделает его устойчивым к влаге. Таким образом, крахмал используют не только в качестве наполнителя, но и модифицируют его, после чего получается полимер, который разлагается в окружающей среде, но при этом обладает свойствами коммерчески полезного продукта [1].

Для создания биоразлагаемого пластика кроме крахмала может использоваться и другое сырье растительного происхождения:

- Каппа каррагинан и агар-агар – вещества, получаемые из красных и бурых водорослей, встречающихся в Тихом океане и Черном, Баренцевом и Белом морях.
- Пектины - вещества, содержащиеся во фруктах, ягодах и некоторых овощах.
- Камеди - вещества, выделяемые растениями при механических повреждениях коры. Они содержится не только в стволе растения, они есть в листьях, мелких ветвях, корнях и даже плодах деревьев.
- Камедь рожкового дерева получают из эндосперма бобов рожкового дерева, распространённого в странах Средиземноморья. Представляет собой натуральную пищевую добавку, которая применяется в пищевой промышленности в качестве загустителя, слабого гелеобразователя. Свою популярность продукт завоевал, благодаря устойчивости к воздействию кислот, солей и высоких температур. При охлаждении кристаллизация замедляется. вкусовые качества сохраняются. Для получения плотной

желеобразной консистенции продукт применяется в сочетании с агаром, альгинатами, каррагинанами [5].

- Конжаковая камедь представляет собой вещество растительного происхождения и на 75% состоит из глюкоманнана. Компонент добывается из клеток некоторых лиственных и хвойных растений. Добавка имеет высокую степень загущения [5].
- Ксантановая камедь имеет натуральное происхождение. У добавки отличные стабилизирующие и загущающие свойства. Свойства продукта не меняются под влиянием высоких или низких температур, благодаря чему добавка выдерживает множество циклов разморозки-заморозки [5].
- Гуаровая камедь включает в свой состав различные полисахариды, протеины и клетчатку. В естественном виде данную камедь можно увидеть в зернах стручкового растения. При помощи данной пищевой добавки удается достичь оптимальной вязкости любого блюда. Одно из преимуществ данного загустителя в том, что он не чувствителен к низким температурам, в том числе к заморозке, не лишается своих свойств даже при растворении в холодной воде, но чувствителен к высокой температуре и повышенной кислотности [5].

В современном мире ведется большое количество исследований и разработок в области биоразлагаемых материалов. Просто воспроизвести уже известные мономеры не так интересно, тем более что из нефти или газа они всё равно пока дешевле. Интересно создавать что-то новое и не наносящее вред окружающей среде. Поэтому огромное число исследователей ставят на биоразлагаемые пластики, полученные из растительного сырья, - собственно, они составляют 80% всего рынка биопластиков [1].

Европа занимает первое место в области исследований и разработок биопластиков. Здесь выпускается около пятой части от мирового объема подобных материалов. К 2023 году доля биопластика, изготовленного в Европе, достигнет 27 %, что обусловлено недавно принятой политикой в таких странах, как Италия и Франция [10].

Крупным производственным центром является Азия. В 2018 году 55 % биопластиков было произведено именно в этой части света. 16 % и 9 % рынка приходятся на Северную и Южную Америку соответственно; 1 % - на Австралию [10].

Наибольшей популярностью пользуется биопластик на основе природных полимеров - крахмала и целлюлозы (из сахарного тростника и кукурузы). Биопластик из кукурузы производят компании Metabolix, NatureWorks, CRC и Novamont. Из сахарного тростника материалы производят предприятия Braskem. Компания Arkema в качестве сырья использует касторовое масло. Rodenburg Biopolymers получает биопластик из картофеля [10].

Голландские дизайнеры Эрик Кларенбик и Мартжи Дрос изобрели способ

получения биопластика из водорослей. Их технология превращает водоросли в жидкое сырье, из которого посредством 3D-принтера можно печатать трехмерные пластиковые объекты [2].

Креативные биоразлагаемые стаканчики Loliware из агар-агара (желирующего компонента из морских водорослей - этического заменителя желатина) запустили американские дизайнеры Челси Бриганти (Chelsea Briganti) и Лэй Энн Текер (Leigh Ann Tucker). «Миллиарды пластиковых чашек попадают на свалки ежегодно. Если Loliware заменяет хотя бы небольшой процент, их влияние будет далеко идущим», - говорит Бриганти [9].

Основанная в 2014 году в Индонезии компания Avani Eco создает продукцию из альтернативных пластику биоразлагаемых материалов. В частности, это пакеты из корня маниоки, которые якобы разлагаются в воде за несколько минут, а также пищевые контейнеры из сахарного тростника, посуда из PLA и кукурузного крахмала. Avani Eco - ведущий поставщик альтернативной упаковки в Юго-Восточной Азии [10].

Пластик из водорослей придумали в Израиле ученые Тель-Авивского университета. Микроны вида *Haloferax mediterranei* питаются водорослями *Ulva lactuca*. Побочным продуктом их жизнедеятельности является вещество полигидроксиалканоат, которое используется для производства пластмасс. Водоросли можно выращивать прямо в океане, на любой свободной территории, не занимая полезных земель. Согласно доступной информации, новый материал достаточно быстро разлагается в земле (в течение двух лет) и сравнительно недорог в производстве [10].

Самарские ученые представили съедобную посуду, которая не только может помочь решению проблемы утилизации мусора, но и принести пользу организму. В ее состав входит натуральное яблочное пюре. В дальнейшем самарские ученые планируют производить одноразовые наборы посуды. Пока цена продукта достаточно высока, один стаканчик стоит 30-40 рублей, но ученые уже работают над тем, чтобы сократить затраты на создание стаканов. Сейчас авторский коллектив ожидает патент на технологию производства яблочной посуды [7].

## Глава 2. Материалы и методика

Исследование проводилось в течение 5 месяцев, с декабря 2021 года по апрель 2022 года.

**Оборудование и материалы для получения пластика:** электронные весы, емкость для взвешивания веществ, мерная ложка, одноразовая пипетка, блендер со стаканом для перемешивания, З противня с антипригорающим покрытием, термометр, каппа каррагинан, яблочный пектин, цитрусовый пектин, агар-агар, глицерин, картофельный крахмал, вода, камеди: гуаровая, конжаковая, ксантановая, рожкового дерева.

Изготавливали пластик в два этапа:

1. Приготовление основы для пластика.
2. Сушка пластика.

### Приготовление основы для пластика

Для приготовления основы для пластика смешивали различные вещества растительного происхождения. В качестве загустителей, стабилизаторов густоты и желеобразователей брали каппа каррагинан, агар-агар, пектин, крахмал и камеди. В качестве пластификатора – глицерин.

Эксперименты №№ 1-3 проводили по методике, описанной в литературе и видео-ресурсах [3, 8]. В качестве основы для пластика брали каппа каррагинан, крахмал и глицерин в пропорциях 15:7:1 и 2:2:1. Все вещества смешивали в горячей воде, взбивая блендером до получения однородной желеобразной консистенции.

Остальные эксперименты – результат личного исследования. Учитывая, что однокомпонентные основы для пластика: каппа каррагинан, агар-агар, пектин, крахмал, а также основы из опытов №№ 1-2 образуют жесткие и хрупкие пленки, было принято решение экспериментировать с добавлением к основам в различных пропорциях растительного сырья: глицерина, разнообразных по степени вязкости камедей. Глицерин добавляли для придания пленкам пластичности, камеди – для придания пленкам прочности. Чтобы найти удачное сочетание веществ для мягких, плотных и прочных пленок, экспериментируя с каппа каррагинаном, мы добавляли к нему камеди и глицерин в следующих пропорциях: 3:2:1,5; 2:2:1; 2:0,75:1; 2:1,25:1; 2,3:1,5:1; 2:1:1 соответственно. А также провели дополнительные эксперименты с добавлением крахмала и глицерина в соотношении: 1:1:1; 1:1:2.

В экспериментах с яблочным и цитрусовым пектином мы смешивали его с камедями и глицерином в пропорциях: 2:2:1; 1:1:1 соответственно, а также крахмалом и глицерином в пропорции 2:2:1.

К агар-агару добавляли камеди и глицерин в соотношении: 2:2:1; 2:1:1 и крахмал с глицерином в соотношении 2:2:1.

### Сушка пластика

Смесь толщиной 5 мм (кроме 1-го эксперимента, где толщина смеси составила 7 мм) заливали в противень с антипригорающим покрытием. Первые образцы сушили в духовом шкафу при температуре 50 градусов в течение 1-4 часов (прил. 2, рис. 1). Затем стали сушить на радиаторе отопления при температуре 50,5 градусов в течение 6-8 часов, на котором результат сушки оказался качественнее из-за наименьшего количества влажности во внешней среде (прил. 2, рис. 2). В высушеннем состоянии пленка становились толщиной менее 1 мм.

### Глава 3. Обсуждение полученных результатов

Поочерёдно проводилось 29 различных экспериментов, для каждого из которых готовили основу для пластика, заливали ее в форму и сушили.

В ходе наблюдений по различным параметрам отмечали характеристики полученного пластика. Образцы тестировали на мягкость-жесткость, плотность, ломкость при сгибании, прочность при растяжении, цвет и прозрачность. Результаты заносили в таблицу (прил. 1, табл. 1), а также фотографировали произведенный продукт.

В экспериментах с каппа каррагинаном, крахмалом и глицерином лучший результат показала пленка, для производства которой вещества смешивались в пропорции 1:1:1. Эта пленка получилась бесцветной и с наилучшими показателями по мягкости, эластичности, прочности (прил. 2, рис. 3). При увеличении в пропорции количества каппа каррагинана пленка становилась более жесткой и ломкой. А при увеличении содержания глицерина приобретала «резиновую» эластичность.

В пленках с каппа каррагинаном, камедями и глицерином наилучшей оказалась пленка с добавлением камеди рожкового дерева. Продукт получился мягким, бесцветным, не очень плотным, но при этом эластичным и прочным (прил. 2, рис. 4). Хорошая пленка по мягкости, плотности, эластичности, прочности, но с наличием светлого оттенка, получилась и в экспериментах с конжаковой камедью при сушке на радиаторе отопления. Однако, после сушки в духовом шкафу эта пленка становилась пузыристой и не пригодной в использовании (прил. 2, рис. 2). С ксантановой камедью тоже смогли получить достойный продукт: мягкий, плотный, эластичный, однако с присутствием светлого оттенка. Удачной оказалась пропорция, где смешивали каппа каррагинан с ксантановой камедью и глицерином в соотношении 2:1:1. При увеличении количества ксантановой камеди в 2 раза пленка становилась пузыристой (прил. 2, рис. 5). В экспериментах с каппа каррагинаном, гуаровой камедью и глицерином пленки получились мягкие, светлые, эластичные, но отличающиеся по плотности из-за изменения количества гуара в основе. Плотность оказалась выше в эксперименте с наибольшим содержанием камеди - в пропорции 2:1,25:1.

В пектиновых пленках с добавлением камедей и глицерина самый худший результат получился с применением ксантановой камеди. Образцы оказались жесткими, ломкими и пузыристыми (прил. 2, рис. 6). А пектиновые пленки с добавлением крахмала и глицерина проявили ломкость. Хороший результат по мягкости, эластичности, прочности получился в экспериментах с конжаковой камедью. Но эти пленки обладали шероховатой поверхностью. И самый лучший результат мы наблюдали с использованием камеди рожкового дерева. Пленки получились мягкими, плотными, эластичными, гладкими.

В экспериментах с агар-агаром, камедями и глицерином нам не удалось получить хороший результат. При добавлении конжаковой и ксантановой камедей пленки становились ломкими и пузыристыми (прил. 2, рис. 7). При добавлении камеди рожкового дерева и гуаровой камеди продукт получился мягкий, плотный, эластичный, однако липкий и пузыристый (прил. 2, рис. 8). А в сочетании агар-агара с крахмалом и глицерином пленка становилась липкой и ломкой, хотя и с ровной текстурой. Такой неудовлетворительный результат, возможно, обусловлен тем, что купленный агар-агар оказался не в чистом виде, а с добавлением мальтодекстрола в не указанной на упаковке пропорции.

Самые худшие результаты получились в однокомпонентных пленках из каппа каррагинана, агар-агара, яблочного и цитрусового пектина (прил. 2, рис. 12). Пластик получился плотным, жестким и ломким. Но при добавлении в основу камедей и глицерина характеристики пленок, как мы уже отметили, существенно менялись.

Бесцветный пластик получился только из водорослевого материала: каппа каррагинана, агар-агара в сочетании с камедью рожкового дерева, либо крахмалом (прил. 2, рис. 11). Все пленки с наличием в своем составе пектина получились в светло-бежевых и желтых оттенках (прил. 2, рис. 9, 10).

Непрозрачный пластик получился в экспериментах с сушкой основы в духовом шкафу. Пленки приобрели неровную шероховатую структуру из-за повышенной влажности воздуха в духовке (прил. 2, рис. 1, 2). Полупрозрачный пластик получился в экспериментах с агар-агаром. Созданные пленки имели пузыристую структуру, делающую пластик не полностью прозрачным (прил. 2, рис. 7, 8). Во всех остальных экспериментах пластик получился прозрачный.

Все полученные образцы пленок мы протестировали на растворимость в воде. В первые 10 минут эксперимента пленки вели себя одинаково - набухали. Далее мы наблюдали разную реакцию пленок на воду. Нерастворимой в воде оказалась пленка из каппа каррагинана с крахмалом и глицерином с наибольшим содержанием каппа каррагинана в пропорции (15:7:1), она спустя 8 суток сохранила свой внешний вид. Медленно растворимые пленки меняли свой внешний вид в промежутке со 2 по 7 сутки после начала эксперимента.

Это пленки из каппа каррагинана с крахмалом и глицерином в пропорциях 2:2:1, 1:1:1, 1:1:2, из каппа каррагинана с глицерином и камедями: ксантановой, конжаковой, гуаровой, а также однокомпонентная пленка из каппа каррагинана и пленка из агар-агара с конжаковой камедью и глицерином. Быстро растворимые пленки уже через час после начала эксперимента стали превращаться в гель, через два часа распались на мелкие фракции, а через 3 часа растворились в воде.

Все полученные образцы пленок были испытаны на заморозку в морозильной камере. Пленки прошли цикл заморозки в течение 12 часов при температуре -16 градусов и разморозки в условиях комнатной температуры, не изменив после этого своей формы и свойств.

Полученные в ходе экспериментов пленки были проверены на биоразлагаемость. Для этого образцы закопали на 14 дней в питательный грунт для растений и оставили на подоконнике при комнатной температуре, периодически поливая землю, чтобы она не пересыхала. Через указанный промежуток времени провели проверку земли, где были закопаны пленки и не обнаружили остатков, что доказывает биоразлагаемость пластика.

Из проведенного исследования видно, что получившийся пластик можно использовать в повседневной жизни: лучшие образцы мягких пленок подходят для упаковки подарков, продуктов питания (прил. 2, рис. 13), в том числе для заморозки продуктов; плотные пленки – упаковки подарков и цветов (прил. 2, рис. 14), создания обложек; нерастворимые в воде пленки подойдут в качестве тары (капсул, бутылок, стаканов) для жидкости.

#### Глава 4. Экономическое обоснование проекта

Мы провели расчет стоимости удачных образцов пластика, полученных в ходе проекта. В расчете учитывали оптовые цены на материалы, стоимость отопления, использованного при сушке пластика и стоимость электроэнергии, потраченной на работу блендера при взбивании основы для пластика, но не учитывали стоимость труда.

Цены на материалы для расчета мы брали оптовые с Торговой площадки «АгроСевер» (таб. 1).

Таблица 1

Цены на материалы (по состоянию на 01.02.2022)

Наименование	Розничная цена (руб.)	Розничная цена за 1 грамм/мл (руб.)	Оптовая цена (руб. за кг) *	Оптовая цена за 1 грамм/мл (руб.)
Агар агар	500 грамм - 1899	3,79	1000	1
Альгинат натрия (пищевой)	500 грамм – 1200	2,4	962,5 (12,5 usd)	0,96
Глицерин	25 мл – 32	1,28	46	0,046
Гуаровая камедь	500 грамм – 699	1,39	157	0,157
Камедь рожкового дерева	500 грамм - 2699	5,39	1732 (20 euro)	1,73
Каппа каррагинан	500 грамм – 1599	3,19	1155 (15 usd)	1,155
Конжаковая камедь	500 грамм – 1199	2,39	1193,5 (15,5 usd)	1,193

Ксантановая камедь	500 грамм – 826	1,65	310	0,31
Крахмал картофельный	200 грамм – 30	0,15	56	0,056
Пектин цитрусовый	500 грамм - 1606	3,21	1100	1,1
Пектин яблочный	500 грамм - 1606	3,21	971	0,97

\*Оптовые цены Торговой площадки «АгроСевер» - [АгроСервер.ру](https://agroserver.ru) – информационная поддержка сельского хозяйства и пищевой промышленности (<https://agroserver.ru>)

Электроэнергии на 1 эксперимент потрачено 0,14 кВт/ч (при мощности блендера 850 Вт и 20 секунд времени, требуемого на взбивание). Тариф на электроэнергию в дневное время составляет 4,16 руб. за 1 кВт/ч, следовательно, затрачено электроэнергии на все эксперименты 59 копеек ( $0,14 \cdot 4,16 = 0,59$  (руб.)). Таким образом, на 1 эксперимент требуется электроэнергии стоимостью 2 копейки ( $0,59 : 29 = 0,02$  (руб.)).

Для сушки мы использовали тепло одной батареи. Сушили одновременно 3 образца пленок. Работа 1-ой батареи за сутки нам обходилась в 20,64 руб. Сушили 8 часов, следовательно, платили 2,29 руб. ( $20,64 \cdot 8 : 24 : 3 = 2,29$  (руб.)) за отопление для одного образца пленки.

Таким образом, итоговая стоимость пластика (таб. 2) получается сложением стоимости материалов, необходимых на его изготовление и стоимости электроэнергии и отопления, требуемых на 1 эксперимент ( $0,02 + 2,29 = 2,31$  руб. к стоимости каждого образца).

Таблица 2

Стоимость полученного в проекте пластика (в оптовых ценах от 01.02.2022)

№ эксперимента	Наименование материала и его количество (грамм/мл)	Стоимость материалов для пластика (руб.)	Итоговая стоимость пластика с учетом электроэнергии и отопления (руб.)
Тонкие пленки размером 29*20 см			
4	Каппа каррагинан 1,5, конжаковая камедь 1, глицерин 0,75	2,96	5,27
6	Каппа каррагинан 2, камедь рожкового дерева 2, глицерин 1	5,82	8,13
7	Каппа каррагинан 2, гуаровая камедь 0,75, глицерин 1	2,47	4,78

8	Каппа каррагинан 2, гуаровая камедь 1,25, глицерин 1	2,55	4,86
13	Яблочный пектин 2, конжаковая камедь 2, глицерин 2	4,42	6,73
15	Каппа каррагинан 2, крахмал 2, глицерин 2	2,51	4,82
29	Каппа каррагинан 2, крахмал 2, глицерин 4	2,60	4,91
Плотные пленки размером 29*20 см			
16	Яблочный пектин 2, камедь рожкового дерева 2, глицерин 1	5,45	7,76
17	Цитрусовый пектин 2, камедь рожкового дерева 2, глицерин 1	5,71	8,02
21	Каппа каррагинан 2.3, конжаковая камедь 1.5, глицерин 1	4,49	6,80
27	Каппа каррагинан 2, ксантановая камедь 1, глицерин 1	2,67	4,98

Из приведенного расчета видно, что самую низкую стоимость имеет пластик, состоящий из каппа каррагинана, гуаровой камеди и глицерина в пропорции 2:0,75:1. Самые дорогие пленки в своем составе имеют камедь рожкового дерева. Таким образом, самая дешевая наша пленка с неуточненной толщиной получается более 20 руб. за метр при ширине 0,29 метра.

На дату проведения расчета стоимость покупной пищевой пленки в магазине ЛЕНТА размером 29 см на 30 м и толщиной 8 мкм продавалась за 49,99 руб., то есть цена за 1 м составляла 1,67 руб.

Очевидно, что наша пленка проигрывает по цене покупной, однако, изготовление «штучного» продукта всегда обходится дороже, чем массовое производство, за счет которого происходит снижение затрат.

## Выводы

В ходе исследования получилось создать биоразлагаемый пластик из растительного сырья: каппа каррагинана, агар-агара, крахмала, камедей, глицерина.

Удалось сравнить образцы пленок и найти удачные, которые могут иметь практическое применение:

- Для упаковки продуктов питания, включая заморозку продуктов, подходят пленки, изготовленные из каппа каррагинана, крахмала и глицерина в пропорциях 1:1:1 и 1:1:2; каппа каррагинана, камеди рожкового дерева и глицерина; каппа каррагинана, конжаковой камеди и глицерина; каппа каррагинана, ксантановой камеди и глицерина в соотношении 2:1:1; каппа

каррагинана, гуаровой камеди и глицерина в соотношении 2:1,25:1.

- Для изготовления тары для жидкости можно использовать пленку из каппа каррагинана, крахмала и глицерина в соотношении 15:7:1.

## Список литературы и использованных источников

1. Лешина А. Пластики биологического происхождения // [«Химия и жизнь» №9, 2012](#).
2. Биопластиковая перспектива – [Коммерсантъ \(20.11.2018\)](#). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/3797591> – Дата доступа: 28.03.2022.
3. Видеоэксперимент: съедобный пластик – как сделать упаковочную пленку из водорослей. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vashurok.ru/articles/2020-04-22-videoeksperiment-s-e> – Дата доступа: 01.12.2021.
4. ГОСТ Р 54530-2011. Национальный стандарт Российской Федерации. Ресурсосбережение. Упаковка. Требования, критерии и схема утилизации упаковки посредством компостирования и биологического разложения от 28 ноября 2011. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200098733> – Дата доступа: 28.03.2022.
5. Пищевые ингредиенты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://molecmag.ru/tekstury-dlya-molekuljarnoj-kuhni/molecularmeal> – Дата доступа: 28.03.2022.
6. Почему биоразлагаемые пакеты ускоряют процесс загрязнения планеты. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://trends.rbc.ru/trends/green/5f1e9fd29a794722abb0c64e> – Дата доступа: 28.03.2022.
7. Самарские ученые изобрели стаканы из яблочного пюре. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://recyclemag.ru/news/samarskie-uchenie-izobreli-stakani-yablochnogo> – Дата доступа: 28.03.2022.
8. Съедобная пластиковая упаковка своими руками. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=I8QSYntvwTA&t=11s> – Дата доступа: 01.12.2021.
9. Съедобная посуда — новое направление в экологии. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecobeing/articles/edible-eco-tableware/> – Дата доступа: 28.03.2022.
10. Часть вторая. Все о биоразлагаемых пластиках. Мировой рынок биополимеров – 2019. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ect-center.com/blog/biodegradable-polymers?ysclid=119c4r1yqm#rec159593979> – Дата доступа: 28.03.2022.