

МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ГОРОДА СЛАВЯНСКА-НА-КУБАНИ

# СБОРНИК

ПРОЕКТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

"ИНЖЕНЕРЫ БУДУЩЕГО"  
"КОСМОС - РЯДОМ"

2023 ГОД



**МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ЦЕНТР ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
ГОРОДА СЛАВЯНСКА-НА-КУБАНИ  
МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
СЛАВЯНСКИЙ РАЙОН**

## **Сборник проектно-исследовательских работ**

**Научный руководитель:** Неделько Сергей Александрович

педагог дополнительного образования МАУ ЦДО города Славянска-на-Кубани

В сборнике представлены материалы исследовательских работ и проектов обучающихся по дополнительным общеобразовательным программам «Инженеры будущего» и «Космос рядом», победители, призеры и лауреаты конкурсов: «Интеллект будущего», «Я – исследователь», Зонального этапа конкурса учебно-исследовательских проектов школьников «Эврика, ЮНИОР», «Шаг в будущее. ЮФО», Всероссийского конкурса «Большие вызовы», Всероссийского конкурса космической направленности «Бельки-2019», XXXVI Всероссийского конкурса юношеских Чтений им В.И. Вернадского, секция «Инженерные исследования», «Дежурный по планете». Образовательный Фонд «Талант и успех», XVII Всероссийский конкурса научно-исследовательских проектов «Меня оценят в XXI веке», Международный форум научной молодежи «Шаг в будущее».

Материалы сборника могут быть полезны обучающимся, педагогам дополнительного образования, учителям общеобразовательных учреждений, и другим заинтересованным лицам, занимающимся научно-исследовательской деятельностью.

Этот сборник только начало. Начало в освоении такого интересного и порой непредсказуемого мира в целом.

**Редактор - оформитель:**

Лукьяненко Светлана Евгеньевна  
заместитель директора

МАУ ЦДО города Славянска-на-Кубани

# Сборник проектно-исследовательских работ

## СОДЕРЖАНИЕ

1. **Экодом – реальность уже сегодня** 3  
(исследовательская работа – победитель VIII Регионального конкурса исследовательских работ и творческих проектов дошкольников и младших школьников «Я – исследователь», г. Сочи, Лауреат 1 степени конкурса МАН «Интеллект будущего», г. Обнинск / 2014 г.) **Миляев Д., Кудрявцева А., Неделько М.**
2. **Математика гармонии** 12  
(исследовательская работа – лауреат XXXVI Всероссийского конкурса юношеских Чтений им. В.И. Вернадского, секция «Инженерные исследования», г. Сочи / 2016 г.) **Дубенкова Е., Неделько М.**
3. **Модель теплицы – объект «Интернета вещей»** 18  
(учебно-исследовательский проект – 3 место в зональном этапе конкурса школьников «Эврика, ЮНИОР», г. Абинск, диплом молодежного жюри 2 степени «Шаг в будущее. ЮФО», Краснодар / 2017 г.) **Миляев Д., Неделько М.**
4. **Автоматическая установка для компактного автономного беспочвенного выращивания огородных растений** 25  
(исследовательский проект – победитель XXXVI Всероссийского конкурса юношеских Чтений им. В.И. Вернадского, секция «Инженерные исследования», г. Москва, участник Всероссийского конкурса "Большие вызовы", г. Сочи, «Сириус», победитель зонального этапа конкурса школьников «Эврика, ЮНИОР», г. Абинск, диплом молодежного жюри 1 степени «Шаг в будущее. ЮФО», г. Краснодар, / 2018 г.) **Миляев Д., Неделько М.**
5. **Использование космических спутников для поддержания экологического баланса Земли на примере сохранения Беломорской популяции гренландских тюленей** 36  
(научно-исследовательский проект – победитель Всероссийского конкурса космической направленности «Бельки-2019», г. Сочи, «Сириус»/ 2019 г.) **Вагин А., Зайцев Т., Миляев Д., Неделько М.**
6. **Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) на примере исследования проблем утилизации ТБО на территории Краснодарского края** 51  
(исследовательский проект – призер Международного форума научной молодежи «Шаг в будущее», г. Москва, финалист «Дежурный по планете». Образовательный Фонд «Талант и успех», г. Москва, лауреат XVII Всероссийского конкурса научно-исследовательских проектов «Меня оценят в XXI веке», г. Москва, призер Конкурс исследовательских проектов школьников в рамках краевой научно-практической конференции «Эврика», г. Краснодар/ 2020 г.) **Воинова Е., Гузько Д., Неделько М.**

## Экодом – реальность уже сегодня

(исследовательская работа – победитель VIII Регионального конкурса исследовательских работ и творческих проектов дошкольников и младших школьников «Я – исследователь», г. Сочи, лауреат 1 степени конкурса МАН «Интеллект будущего», г. Обнинск / 2014 г.)

Авторы исследования:  
**Миляев Дмитрий**  
**Кудрявцева Анна**  
**Неделько Маргарита**  
обучающиеся МАУ ЦДО  
г. Славянск-на-Кубани

*Сначала мы создаем наши дома,  
потом наши дома создают нас.  
Уинстон Черчилль*

Основное место обитания человека - это его дом. Понятие «дом» в России всегда толковалось триедино. Дом, как малая родина. Дом, как Россия в целом.... Дом, как жилище. Здесь, в привычном окружении, можно расслабиться и отдохнуть, здесь человек проводит большую часть своего времени. По оценкам Всемирной организации здравоохранения, житель, особенно городской, проводит в помещении почти 80% времени.

Поэтому, чтобы человек себя чувствовал комфортно, его дом должен быть, как говорят, «экологически чистым». Я решила исследовать эту тему. Какой он, мой идеальный дом будущего?

**Цель работы** – изучить способы строительства и оборудования современного комфортного экологического дома для жилья, который не наносит вред окружающей среде.

В соответствии с целью работы были поставлены **задачи исследования**:

- изучить современные потребности людей в сфере комфорта жилья;
- изучить принципы экологичного строительства и оборудования домов;
- создать макет экодома с инженерными установками;
- провести эксперименты, связанные с получением энергии от солнца и других полезных ресурсов от природы;
- проанализировать и обобщить полученные данные.

**Объект исследования:** ресурсосберегающее экологическое жилище.

Я выдвинула **гипотезу исследования**- предположим, что в настоящее время можно построить комфортные дома, которые не наносят вред окружающей среде.

**Методы исследования:**

- сбор информации в литературе и интернете;
- опрос;
- наблюдение;
- обобщение полученных данных.

Практическая значимость исследования: формирование экологического мировоззрения для предотвращения глобального экологического кризиса на примере человеческого жилища, как объекта среды обитания.

### Что такое экодом?

Что такое экодом? Сегодня популярно все природное, экологически чистое. В связи с этим появилось такое понятие как экодом. Впервые принцип «проектирования устойчивой системы» сформулировали доктор Вольфганг Файст и профессор Бо Адамсон. Но что это такое? Давайте разберемся в этом вместе.

Экологичный дом (или экодом) - это здание:

- комфортное для жизни человека,
- не загрязняет окружающую среду,
- энергонезависимое (использующее возобновляемые источники энергии),
- ресурсосберегающее (экономящее расход воды и тепла),
- ресурсонакапливающее (производящее экологичные продукты питания и биотопливо).

Сегодня в России проблеме удобного, экологичного, комфортного жилья уделяется огромное внимание. В настоящее время приоритетной программой является Приоритетный национальный проект «Доступное жильё гражданам России», в котором предполагается массовое строительство малоэтажного энергоэффективного жилья. В 2012 году Правительство РФ утвердило государственную программу «Обеспечение доступным и комфортным жильём и коммунальными услугами граждан Российской Федерации» на 2013—2020 годы.

Мне повезло жить в благодатном крае, в прошлом 2013 году, Санкт-Петербургский институт территориального планирования «Урбаника» совместно с Союзом архитекторов России признал кубанскую столицу лучшим городом страны по комфортности и качеству жизни. По итогам проведенного интегрального рейтинга ста крупнейших городов России (Топ-100) Краснодар занял первое место. Губернатором Кубани Александром Ткачевым принято решение выделить городу порядка 30 миллиардов рублей в рамках краевой программы «Краснодару - столичный облик», которая продлена до 2017 года.

### Комфорт

Понятие «экологичное» очень близко понятиям «здоровое», «гигиенически полноценное» жилище. В основе этой близости лежат потребности человека — физиологические, психологические, социальные. Американский психолог

А. Маслоу определил пирамиду потребностей человека из пяти ступеней: физиологические потребности, потребность в безопасности, социальные потребности, потребность в уважении, духовные потребности.

Для того, чтобы выяснить о каком идеальном жилище мечтают люди, я подготовила анкету, в которой были вопросы по пяти разделам. Эту анкету я раздала взрослым у папы на работе. Всего на вопросы анкеты ответили 18 человек. Рассмотрим результаты анкетирования.

Раздел 1. «Физиологические потребности»

Какое количество жилой площади должно приходиться на одного человека? - один из вопросов анкеты. На этот вопрос было предложено три варианта ответа. Мнения разделились: 35% опрошенных считают, что на 1 человека должно приходиться 20 м<sup>2</sup>, остальные предполагают, что 65% - до 50 м<sup>2</sup>. На вопросы о количестве санузлов в доме и инженерных коммуникациях 100% опрошенных единогласно решили, что санузел в доме должен быть раздельным, в доме должно быть электричество, водоснабжение, отопление, газоснабжение и кондиционирование.

Таким образом, можно сделать **вывод о физиологических потребностях:**

- от 20 до 50 м<sup>2</sup> жилой площади на 1 человека;
- наличие раздельного санузла;



– наличие электричества, водоснабжения, отопления, газоснабжения и кондиционирования.

В разделе 2 «Потребности в безопасности» опрашиваемым был предложен вопрос «Как вы считаете, в каком месте должен быть построен дом?». Ответы отличались разнообразностью. Многие считают, что дом должен быть построен в экологически чистом месте: отсутствие шума, неприятных запахов, опасности наводнения и низкая сейсмичность. Расположенность постройки вблизи леса, водоема или реки. Желательными элементами здания должны быть балкон или веранда.

Значит, сформулируем **вывод**: экодом – это безопасное жилище для человека, расположенное вдали от промышленного сектора, в естественной природной среде вблизи леса или водоема.

Не мало важное значение в моей анкете отводилось социальным потребностям. Большинство опрошенных утверждают, что домом должен управлять тот, кто в нем живет. Абсолютно все считают, что дом должен иметь 1-2 этажа. Из средств коммуникации всем необходимо наличие интернета, сотовой связи. Лишь некоторым (6%) желательно наличие спутникового телевидения.

#### Раздел 4. «Потребность в уважении»

На вопрос, какие блага вы хотите видеть в своем доме? участники анкетирования ответили не однозначно. Так, необходим земельный участок, считают 100%, из них 80% предполагают, что его площадь должна составлять 20-30 соток. Опрашиваемые желают иметь асфальтированные улицы, по обеим сторонам которых, растут кустарники и деревья.

Раздел 5 «Духовные потребности». В ходе анкетирования выяснилось, что в доме должна быть создана досуговая зона (бассейн, библиотека, спортзал и т.п.)

Таким образом, я выявила требования и пожелания людей к идеальному дому будущего.

Теперь, имея представление о комфортном идеальном доме, рассмотрим, как можно реализовать его технически, учитывая требования экологии - дом должен быть не загрязняющим окружающую среду, энергонезависимым, ресурсосберегающим и ресурсонакапливающим.

Экодом должен обеспечиваться теплом, горячей водой и электричеством за счёт возобновляемой энергии. Получение тепловой энергии из солнечного излучения осуществляется в солнечных (воздушных и жидкостных) коллекторах, а электрической энергии - в солнечных батареях и других преобразователях. Избытки тепловой энергии накапливаются и хранятся в сезонных и суточных аккумуляторах тепла.

Для строительства экодому должны использоваться местные строительные материалы, малозатратные по способу добычи, переработке, перевозке.

При эксплуатации экодому необходимо применять естественные биоинтенсивные технологии для переработки и утилизации органических отходов (твердых, жидких) и для повышения плодородия почвы, выращивания сельхозпродукции. Это можно обеспечить ведением органического земледелия и выращивания компостных культур для удобрения сада-огорода без привоза удобрений извне.

Экодом должен обеспечить накопление экологического ресурса участка, на котором он построен.

### **Опытно-экспериментальная часть**

#### **Макет экодому**

Для демонстрации и дальнейшего изучения этих идей я решила построить вместе с папой и мамой макет своего дома будущего. При его реализации я постаралась максимально учесть все требования к современному экологичному комфортному жилью.

При строительстве дома нужно учесть множество факторов, главные из которых – ориентация к солнцу и его теплоизоляция и теплоемкость.

Современный «солнечный» дом строится и оборудуется так, чтобы максимально поглощать и использовать солнечное излучение на обогрев, приготовление горячей воды и электрообеспечение.



Экодом, спроектированный по принципам солнечной архитектуры, выглядит, практически, как обычный дом. Однако имеет отличие – он эффективно аккумулирует в себе солнечную энергию. Главными инженерными элементами солнечной архитектуры экодома являются расположенные на крыше солнечные коллекторы для нагрева воздуха и воды, солнечные батареи и пристроенная с юга теплица. Если дом утеплить, то выгода использования солнечной энергии будет максимальной.

### Зонирование участка

Экодом не должен затеняться с восточной, особенно южной и западной сторон потому, что от этого зависит эффективность работы солнечных систем.

Необходимо устроить эффективный сбор дождевой и талой воды для использования в доме и полива. Участок имеет пять функциональных зон:

- лесозащитная полоса на северной стороне;
- собственно экодом;
- система накопления дождевой воды (пруд);
- парковая рекреационная зона (площадка отдыха);
- сад, огород с выращиваем компостных культур



Утилизация переработанных органических отходов осуществляется на собственной территории сада и огорода с используемыми биотехнологиями и пермакультурными методами. Сад и огород, как и сам экодом, не должны затеняться.



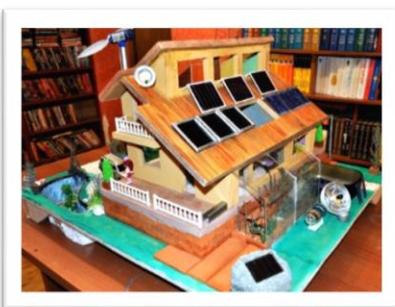
### Корпус экодома

Основное предназначение корпуса дома - обеспечение достаточного жилого объема с комфортными условиями. Корпус должен быть механически прочен, долговечен и должен эффективно сохранять тепло в доме.

Отличительная особенность корпуса экодома состоит в существенно более высоких требованиях по сохранению тепла, чем в обычном доме.

**Вывод:** корпус дома необходимо выполнить из таких материалов, которые максимально снизят потери тепла. Накопленного летом (днем) тепла должно хватить на всю зиму (ночь).

Поэтому для усиления эффекта теплозащиты корпуса я решила устроить буферные зоны из холодных помещений, расположенных по периметру: пристроенная теплица с южной стороны, веранда, гараж, мастерская, зимние кладовые или



другие подсобные помещения. Так же для сохранения тепла в экодоме надо обратить внимание на теплоэффективность конструкций окон, дверей и входного тамбура. Так как отопление дома периодическое (солнце - днем, протопка печи один раз в сутки), то для обеспечения постоянной температуры в доме



необходимы внутренние аккумуляторы тепла. Они забирают в себя избыточное тепло, сохраняют и отдают, когда его становится недостаточно.

Исследования показывают, что при эксплуатации традиционного жилого дома через стены теряется до 30% тепла, через окна - 15%, подвал - 10%, крышу - 25%, вентиляцию - 20% (приложение).

Таким образом, чтобы избежать теплопотери через окна, необходимо использовать современные трехслойные стеклопакеты с низкой теплопроводностью.

Исходя из требований экологичности строения, его нужно возводить из местных возобновляемых материалов, я бы рекомендовала сделать стены из деревянного бруса, или соломы, обмазанной глиной с деревянным каркасом (самана). Эти материалы обладают хорошей теплоизоляцией и, в таком доме будет легко дышать.

Кровлю можно сделать из камыша, как делали наши предки. Все эти природные материалы в изобилии присутствуют на Кубани.

### Планировка дома



При планировке дома необходимо учитывать требования комфортности и энергоэффективности:

1. Один из скатов кровли ориентирован на юг, на нем предусматривается установка солнечных коллекторов и батарей,
2. Дом построен в 3-х уровнях (подвал, первый этаж и мансарда)
3. Основной вход в дом организован через тамбур, остальные предусматривают блокировку в холодное время года.
4. Окна ориентированы на юг.
5. Компактная, близкая к квадрату форма плана. Оптимальное соотношение между объемом здания и наружной поверхностью (максимально возможный объем при наименьшей поверхности)
6. Тройное остекление окон, улучшенный утеплитель стен, вентиляция с рекуперацией тепла.
7. Малоотапливаемые помещения (шкафы, кладовые, санузлы, гаражи и др.) размещаются вдоль северной стены как буферные элементы.
8. Наличие подсобных помещений для хранения инвентаря, обработки и хранения продуктов и т.д. в неотапливаемой части дома (подвале). Там же устраивается гараж и тепловой аккумулятор.
9. Для строительства используются максимально эффективные строительные материалы и технологии без тяжелой техники.
10. По центру дома располагается печь.
11. Организация двух санузлов на разных этажах, примыкающие к жилым помещениям.
12. Наличие служебного технического помещения, где расположены узлы управления инженерией дома
13. Балконы и террасы с выходом из жилых помещений расположены на запад и восток.
14. Углы кровли выбраны 45 градусов как оптимальные для ориентации к солнцу и уменьшения снеговой нагрузки.
15. Кровля выполнена таким образом, что в мансардных комнатах для доступа солнечного света и тепла сделаны окна, выходящие на юг. Также на южном скате кровли размещается мансардное окно гостиной первого этажа.

16. К южной стене дома (гостиной) примыкает зимний сад (теплица).

Для построения макета экодому, после кропотливого изучения материалов по этой теме в интернете, мною был взят за основу проект архитектора Павла Казанцева.



## Отопление, кондиционирование и вентиляция

Энергоэффективный дом - это дом с малым энергопотреблением — около 10 % от обычного энергопотребления для обогрева и охлаждения. Отопление должно происходить благодаря теплу, выделяемому живущими в нём людьми, бытовыми приборами и альтернативными источниками энергии.

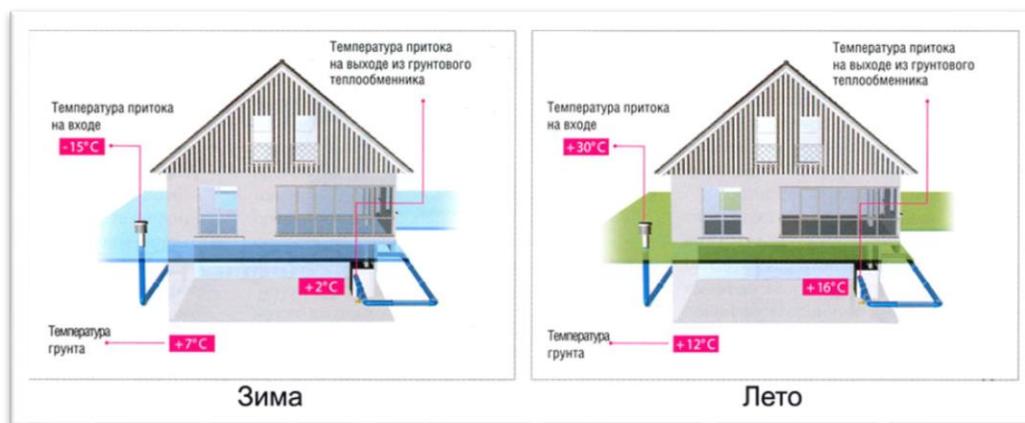
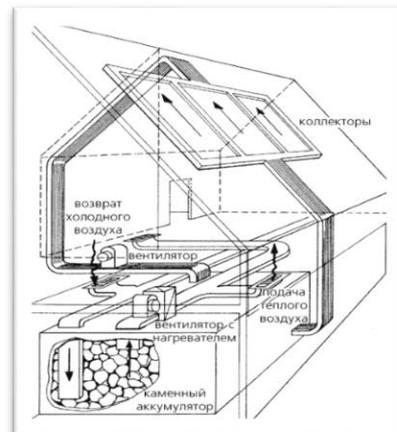
Достигается снижение потребления энергии в первую очередь за счет уменьшения теплопотерь здания.

Активным методом в энергоэффективного дома является система приточно-вытяжной вентиляции с рекуперацией.

В обычных домах вентиляция осуществляется за счёт естественного побуждения движения воздуха, который обычно проникает в помещение через специальные пазы и удаляется вентиляционными системами, расположенными в кухнях и санузлах.

В энергоэффективных зданиях используется более сложная система. Так вместо окон с открытыми пазами используются звукоизолирующие герметичные стеклопакеты, а приточно-вытяжная вентиляция помещений осуществляется централизованно через установку рекуперации тепла. Также для энергоэффективности можно добиться, если воздух выходит из дома и поступает в него через подземный воздухопровод, снабжённый теплообменником. В теплообменнике нагретый воздух отдаёт тепло холодному воздуху.

Зимой холодный воздух входит в подземный воздухопровод, нагреваясь там за счёт тепла земли, и затем поступает в рекуператор. В рекуператоре отработанный домашний воздух нагревает поступивший свежий и выбрасывается на улицу. Нагретый свежий воздух, поступающий в дом, имеет в результате температуру около 17 С.



Летом горячий воздух, поступая в подземный воздухопровод, охлаждается там от контакта с землёй примерно до этой же температуры. За счёт такой системы в пассивном доме постоянно поддерживаются комфортные условия. Лишь иногда бывает необходимо использование маломощных нагревателей или кондиционеров (тепловой насос) для минимальной регулировки температуры.

**Вывод: для регулирования климата в моем экодоме необходимы следующие устройства и сооружения:**

1. Воздушный солнечный коллектор – нагревает воздух энергией солнца, который может направляться непосредственно в помещения для обогрева или в подвал для запаса в тепловом аккумуляторе.
2. Тепловой аккумулятор в подвале.
3. Ледник-погреб предназначен для охлаждения приточного воздуха летом и долговременного хранения продуктов питания.
4. Печь в центре с теплообменником воздуха для особо холодной погоды.

5. Примыкающий к дому зимний сад, который позволит летом охлаждать, а зимой нагревать воздух в доме, также регулировать влажность.

6. Шкаф управления климатом системы «Умный дом»

Теплица, пристроенная к дому, с открывающимися вентиляционными окнами в верхней части и вблизи пола, будет осуществлять естественную вентиляцию дома в течение всего лета. Через открытые в солнечный день верхние вентиляционные окна, поднимающийся нагретый

воздух, выходит наружу. А из-за понижения атмосферного давления в теплицу засасывается прохладный воздух через нижние вентиляционные окна.

Затеняющие устройства, которые расположены на южном фасаде дома, могут защитить от перегрева в летнее время. Опускающиеся затенения или парусиновые навесы с наружной стороны окон могут снизить поступление тепла. Лиственные деревья и кусты, посаженные с южной стороны, могут также создавать микроклимат, позволяющий понизить температуру на несколько градусов. После того, как осенью листья опадут, излучение зимнего солнца будет беспрепятственно проникать в дом.



### Холодное и горячее водоснабжение

Водоснабжение для экодому может быть организовано от отдельных источников (скважины, колодцы), либо от централизованной системы водоснабжения.

Представим себе, что централизованное водоснабжение отсутствует. Поэтому будем использовать скважину или колодец. В дом вода подается насосом, с измерителем давления. Для очистки воды будем использовать фильтры.

Экономично подойдем к расходу воды. Поэтому чистую питьевую воду не будем использовать для технических нужд. Для этого в экодоме будем применять водосберегающие приспособления для сбора дождевой воды и повторного использования очищенной воды для технических потребностей. Талая или дождевая вода стекается со всех твердых покрытий по водотокам в небольшой пруд и накопительный резервуар.

**Вывод: систему водоснабжения в моем доме я представила следующим образом:**

1. Скважина, для подъема воды, из которой используется ветромеханический насос (ветряк электрогенератора)
2. Накопительный бак для сбора дождевой и талой воды
3. Пруд с накопленной дождевой и талой водой для полива и технических нужд.
4. Солнечные водяные коллекторы для нагрева воды.
5. Очистительные, аккумулирующие воду и управляющие установки системы «умный дом»
6. Узлы использования воды (ванные, туалеты)



Чистую воду желательно использовать только для питья, приготовления еды и для мытья рук. Для технических нужд можно повторно использовать очищенную воду из разных источников.

Например, в случае сливного туалета стоки из ванной и душа пропускаются через простой песчаный фильтр и направляются в бак унитаза для повторного использования. Для стирки, ванной и душа может использоваться вода из накопительного резервуара для сбора и накопления талой и дождевой воды, в который собирается вода со всех поверхностей экодома по специальным водотокам. Эта же вода, как и вода из накопительного пруда, используется для полива. Накопительный пруд – обязательный элемент экодома, в него поступают грунтовые стоки, а весной - талые воды.



Для нагрева воды целесообразно использовать устройства для прямого нагрева жидкости от солнечного излучения - солнечные коллектора. При недостатке солнечного тепла, можно получать горячую воду в теплообменнике, расположенном в центральной печи дома, которая отапливается дровами.

### Канализация и утилизация твердых бытовых отходов

В экодоме должна быть предусмотрена правильная система утилизации всех отходов. Все отходы необходимо сортировать и накапливать отдельно (пищевые отходы, стекло, металлы, пластмасса, бумага и древесина, остальные).

#### Вывод: к утилизации бытовых отходов подойдет дифференцированно.

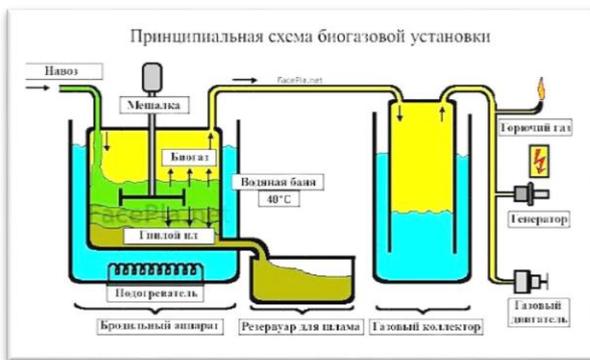
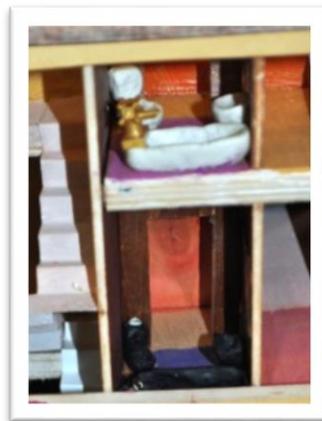
Металлические отходы - их приедут и заберут сборщики металлов. Пластмасса - складирование и вывоз на пункт приема.

Пищевые - использование на корм скоту и домашним животным.

Остальные органические отходы закладываются в компостные ямы для сада и огорода.

Так же можно использовать установку по производству биотоплива, куда будут закладываться все органические отходы. В биогазовой установке идет переработка биомассы в биогаз, который можно будет использовать для приготовления пищи, отопления и выработки электроэнергии.

Не менее важна и утилизация жидких бытовых отходов. Вся вода, потребляемая в доме по канализационным трубам, попадает в специальный резервуар, где проходит специальную обработку. Проходя через три камеры септика, от воды отделяется взвесь и осадок, а очищенная вода отводится на фильтрационную площадку.



Для переработки, в содержимое септика добавляется специальный биопрепарат, содержащий специальные бактерии. Эти бактерии, и продукты их переработки, экологически чисты и безвредны для человека. При этом перерабатываются отложения, которые образуются на поверхности канализационных труб.

После применения биопрепарата содержимое септиков превращается в жидкость, пригодную для полива растений на садово-огородном участке, и нейтральный по химическому составу и запаху гранулированный осадок.

Над подземными полями фильтрации устраиваются сад и огород, растения будут активно поглощать продукты переработки такого септика.

## Электроснабжение

Для надежного автономного энергоснабжения жилого дома должно быть предусмотрено несколько источников энергии. Самый мощный – это ветрогенератор. Он может дать самую большую, долю энергобаланса жилого дома.

Солнечные батареи - более стабильный, но маломощный и дорогой источник энергии.



Солнечный концентратор преобразовывает тепловую энергию в механическую, без внутреннего сгорания и вредных выхлопов отработанных газов. Параболический отражатель «следит» за солнцем, энергия солнца фокусируется в небольшом объеме и сильно его нагревает. При пасмурной погоде для работы генератора можно использовать биогаз.



Полученную электрическую энергию необходимо запасать в аккумуляторах и преобразовывать для работы бытовых приборов с помощью так называемых инверторов. Для надежного электроснабжения управление электричеством осуществляется с помощью приборов системы «умный дом».

**Вывод: применение «солнечной» энергетики позволит, если не отказаться совсем от внешнего электроснабжения, то существенно его сократить, что приведет к экономии потребления электроэнергии.**



## Транспорт и связь

Экодом должен предусматривать связь с внешним миром (телефон, радио, телевидение, желательно интернет) и наличие собственного транспорта (место хранения и обслуживания).

Для надежного обеспечения канала связи предлагается использовать спутниковую тарелку, через которую обеспечивается и интернет, и телевидение.

Для хранения транспорта в доме предусмотрен просторный гараж в подвале. Автомобили и другие средства передвижения тоже должны быть экологичными, работать либо на электричестве, либо на реакции водорода и кислорода, где в качестве выхлопного газа получаются безвредные пары воды. Всем известно, что лучшим безвредным транспортом является велосипед.



## Безопасность и система «Умный дом»

Комфортность жилья – это его безопасность. Естественным экологическим способом является наличие в доме четвероногого друга человека – собаки. Кроме этого, необходимо наличие охранной и пожарной сигнализации с выводом на уличную автономную систему и оповещением на сотовые телефоны. Ну, и главная составляющая - дружба с соседями, поддержание «экологических» отношений, основанных на принципах согласия и психологического комфорта.

Для обеспечения стабильной и экономичной работы всех технических устройств дома необходимо использовать электронное устройство управления, так называемое «система умный дом». Основной особенностью интеллектуального здания, является объединение отдельных подсистем, в единый управляемый комплекс: система водоснабжения, электропитания, отопления и ГВС, кондиционирования, вентиляции, охраны и пожарной сигнализации, видеонаблюдения, аудио-видео системы.

### **Жизнедеятельность**

Жизнь в экодоме строится на гармоничных отношениях человека и окружающего мира, что приводит к равносному, наполненному смыслом образу жизни. Человеку изначально свойственно трудиться, созидать, и экодом максимально полно и разносторонне обеспечивает эти потребности. В доме обязательно должна быть комната - мастерская, или студия, библиотека – кабинет, где можно реализовать свой творческий потенциал. Для смены рода занятий всегда найдется работа в теплице, огороде и саде. Наличие мест отдыха в виде террас, лоджий, пруда, детской площадки, бассейна, спортивной площадки обеспечат полноценный отдых и стабильное здоровье.

**Вывод:** проживание в экодоме подразумевает «экологическое» отношение к образу жизни – экономии энергии, ресурсов, отказ от использования вредных технологий и веществ, что благоприятно влияет на природную среду обитания.

### **Заключение**

Изучив потребности людей в комфортном жилье, а также, принципы экологического строительства домов, я создала макет экодома, где и реализовала полученные знания. В процессе работы мне удалось найти и изучить эко-технологии, которые существуют уже сегодня, и которые полностью могут обеспечить потребности современных людей в комфортном жилье, которое не наносит вред окружающей среде.

Таким образом, я доказала, что уже сегодня можно строить комфортные дома, в которых потребление внешних невозобновляемых ресурсов сведено к минимуму и которые не наносят вред экологии, позволят экономить без ущерба качеству жизни, и подтвердила свою гипотезу.

Я рассказала о проделанной работе в школе, и мои одноклассники устроили конкурс рисунков на тему сохранения ресурсов и как уже сегодня каждый может жить, не нанося вред природе. На их основе я сделала буклет и листовки, которые мы с одноклассниками распространили в Славянском районе. Оказалось, что людям это интересно и многие заинтересовались темой экологии.

Я уверена, что даже мой малый вклад в развитие экологического мышления людей позволит сделать еще один шаг к спасению нашей природы, среды обитания и изменит мир к лучшему!



### **Математика гармонии**

(исследовательская работа – лауреат XXXVI Всероссийского конкурса юношеских Чтений им. В.И. Вернадского, секция «Инженерные исследования», г. Сочи / 2016 г.)

Авторы исследования:  
**Дубенкова Елизавета**  
**Неделько Маргарита**  
обучающиеся МАУ ЦДО  
г. Славянск-на-Кубани

## Введение

Школьники часто слышат, что наша система образования нацелена на создание гармонично развитых личностей, и это позволит им стать успешными людьми и быть достойными членами общества. Эти слова меня заинтересовали, и я решила исследовать значение слова «гармония» с помощью научных методов.

**Актуальность.** Еще в 1868 г. Ф.М. Достоевский писал, что «... мир спасет красота» [1], и этот процесс сегодня далек от завершения. Для того что бы сделать мир вокруг себя лучше, гармоничнее, требуется понимание, которое могут дать научные методы. Зная, что математика – это универсальный язык познания и описания всех наук, я решила найти «формулу гармонии», научное и точное обоснование «формулы счастья».

**Проблема исследования** – объективна или субъективна красота?

**Объект исследования** – человек.

**Предмет исследования** – человеческое чувство прекрасного.

**Цель исследования** – выявить математические закономерности явлений и объектов, воспринимаемых людьми, как красивые, гармоничные.

**Задачи исследования:**

1. Изучить литературу и информацию в Интернете по данной теме.
2. Исследовать человеческое восприятие звуков.
3. Исследовать визуальное восприятие окружающего мира.
4. Проверить на практике математические модели. Экспериментальная часть.

**Гипотеза** – предположим, существуют строгие математические закономерности «красивых» предметов и явлений, как природных, так и созданных человеком.

**Методы исследования:**

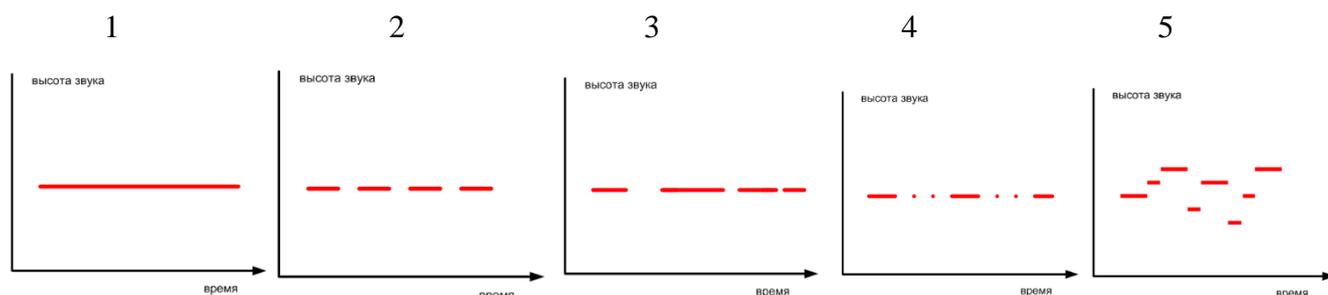
1. Изучение исторической информации (История).
2. Изучение понятия «гармония» (Искусство, Литература, Эстетика, Философия).
3. Изучение природных проявлений красоты (Физика, Химия, Биология).
4. Изготовление инструментов для познания гармонии (Технология).
5. Проведение экспериментов (Психология, Статистика, Социология).
6. Обобщение полученных знаний, выводы.

## Гармония звуков

Изучив различные толковые словари, я поняла, что гармония – это нечто неуловимое, тонкое, создающее у людей чувство правильности, устойчивости, красоты и, может, даже быть, чувство собственного счастья в единении с окружающим миром.

Одно из определений - благозвучие, стройность и приятность звуков [1]. Мир вокруг нас создает непрекращающийся звуковой фон, состоящий из разнообразных различных звуков, различными по громкости, тону, ритмике. При анализе звуков, я заметила закономерность: некоторые последовательности отдельных звуков нам кажутся приятными, а некоторые – нет. Любой монотонный продолжительный звук одного тона будет неприятен, вызывать утомление и раздражение. Именно сменяемые различные звуки становятся для нас заметными и значимыми, потому что они несут в себе информацию.

Построим математическую модель: представим себе систему координат, где горизонтальная ось - это время, а вертикальная ось – это высота звука.



**Тогда:**

1. непрерывный звук любого тона – это горизонтальная прямая, не несущая никакой информации, кроме его высоты;
2. равномерно ритмичный звук одного тона – это одинаковые отрезки, расположенные вдоль горизонтальной прямой. Несет информацию о высоте звука и равномерном ритме (например, музыкальный прибор метроном, или часы);
3. неравномерные отдельные (дискретные) звуки одного тона – отрезки разной длины, с различными расстояниями между ними, расположенные вдоль горизонтальной прямой. Такая система может служить полноценным переносчиком информации (пример – азбука Морзе, телеграф);
4. если такие последовательности звуков повторяются, состоят из повторяющихся областей (циклов), то говорят, что у них есть определенный ритм, закономерность.

Такая система имеет определенный ритмический рисунок, который запоминается и наш мозг воспринимает ее как повторяющуюся упорядоченную информацию, которую можно усвоить и это вызывает чувство упорядоченности, чувство гармонии.

Существует много природных звуковых ритмов. Ритм сердца, шум морского прибоя, весенняя капель.

Прислушиваясь к природе, люди стали подражать ей и обнаружили, что многие ритмы воздействуют на них. Одни вызывают сонливость, другие бодрят. Наверное, так возникла первая музыка. Ритмичные хлопки в ладоши, притопывания ногами, удары в барабаны. Сегодня мы наблюдаем эту простейшую гармонию в поведении болельщиков на стадионах, первобытных танцах различных первобытных культур, и, конечно, в ритмических построениях любого сложного музыкального произведения. Кроме этого, на гармонии ритма построено все стихосложение и поэзия.

Кроме того, люди заметили, что звуки бывают различными не только по длительностям, но и по тону, высоте.

Оказалось, что существуют приятные звукосочетания (консонанс) и «режущие» слух (диссонанс). Как мы считаем сегодня, впервые о природе этого явления задумался древнегреческий философ Пифагор еще около 500 лет до нашей эры. Он утверждал, что весь мир – это распределенная по числам гармония. И, что, если человек познает эту гармонию, то он будет счастлив, получит очищение души и врачевание тела.

Для исследования закона гармоничных звуков он создал прибор монохорд (пра-прапрадед фортепиано), который я тоже построила с помощью научного руководителя. Он представляет собой струну, натянутую на полый удлиненный деревянный короб, позволяющий на нем наносить разметку (шкалу), снабженный передвижной подставкой.



Разобьем шкалу прибора на 12 частей. Заставим звучать сначала всю струну, а затем её половину, т.е. 6 частей - с помощью поджимающей снизу струну подставки.

Пифагор нашел, что вся струна была в консонансе со своей половиной, и назвал этот музыкальный интервал октавой. Потом Пифагор опять заставил звучать всю струну, а затем  $\frac{3}{4}$  её длины – зазвучал консонанс, который он назвал квартой. Звучание  $\frac{2}{3}$  струны составляло квинту. Было проделано много опытов, в результате которых Пифагор описал математически звучание натянутой струны. В результате экспериментов сам Пифагор установил, что приятные слуху созвучия - консонанс - получаются лишь в том случае, когда длины струн, издающих эти звуки, находятся в правильном числовом отношении друг к другу (относятся как целые числа первой четвёрки) – 1 : 2, 2 : 3, 3 : 4. В этом случае

звучат известные всем музыкальные интервалы:

Октава - отношение 1 : 2; Квинта - отношение 2 : 3; Кварта – отношение 3 : 4.

Таким образом, Пифагор был не только математиком, философом, но и теоретиком музыки. Пифагорейцы нашли строгие математические методы построения музыкальных ладов, которые практически без изменения вошли в современную музыку.

С помощью своего монохорда я исследовала, как найденные числовые соотношения, найденные Пифагором, соотносятся с современными нотами – «алфавитом» музыкальной гармонии. В качестве объективного прибора для измерения музыкальных интервалов я использовала современный тюнер для настройки гитары.

Для целой части струны я назначила ноту «До» (C), тогда  $1/2$  струны (6 частей) составили октаву по Пифагору, и соответственно, тоже ноту «До» (C),  $2/3$  струны – квинта – нота «Соль» (G),  $3/4$  струны – кварта – нота «Фа» (F),  $4/5$  струны – нота «Ми» (E),  $8/9$  струны – нота «Ре» (D),  $3/5$  струны – нота «Ля» (A),  $8/15$  струны – нота «Си» (B), что и подтвердил музыкальный тюнер.

Микро-вывод. Таким образом, я доказала, что, чувственное восприятие музыки, гармоничных созвучий, можно описать отношениями чисел, моделировать в виде математических графиков, и человеческое восприятие «прекрасных» звуков на самом деле подчиняется строгим математическим закономерностям. Не зря Лейбниц в письме Гольдбаху писал: «Музыка есть скрытое арифметическое упражнение души, не умеющей считать». На что Гольбах ему ответил: «Музыка – это проявление скрытой математики» [5].

## Симметрия

Органы зрения поставляют нам наибольшее количество информации об окружающем мире. Мозг, обрабатывая ее, выдает команды к действию. Как всякий живой организм, мы стремимся действовать так, чтобы нам стало более комфортно, выбираем такой сценарий поведения, который будет вести к «лучшей жизни». Примечательно, что еще до осмысления полученной визуальной информации, некоторые образы нам кажутся изначально более привлекательными, чем другие, и наоборот. Ученые считают, что, когда мы воспринимаем нечто прекрасное – в мозг выделяются эндорфины, и мы испытываем удовольствие. При визуальном восприятии важнейшим критерием красоты оказывается симметрия.

Великий ученый В.И. Вернадский писал: «... понятие «симметрия» выросло на изучении живых организмов и живого вещества, в первую очередь человека» [7]. Симметричность – важный фактор приспособленности. Чем симметричнее тело и лицо, тем здоровее организм, в его генах меньше вредоносных мутаций и повреждений. Вероятно, поэтому нам нравятся предметы правильной, симметричной формы, и мы считаем их прекрасными. И именно симметрия, является одной из главных идей искусства, предметов, сделанных самим человеком.

В первоначальном широком понимании симметрия – практически синоним слова гармония, обозначают приятную глазу соразмерность. Итак, мы пришли к выводу: красиво то, что симметрично.

Наиболее полное современное определение симметрии было дано Г. Вейлом [8]: «Объект является симметричным, если над ним можно произвести некоторые определенные операции, в результате которых он будет выглядеть так же, как и прежде».

Симметрия широко встречается в объектах живой и неживой природы. Например, симметрия в химии отражается в геометрической конфигурации молекул. К примеру, молекула метана  $CH_4$  - тетраэдр.

Симметрию в живой природе заметили еще пифагорейцы и создали учение о гармонии. Люди издревле научились сидеть симметрию окружающего, и в своих изделиях, орудиях труда стали применять этот принцип. Наверное, так появилось первое искусство.

Кстати, слово «симметрия» имеет и второе значение - равновесие. Еще Аристотель говорил о симметрии как о таком состоянии, которое характеризуется соотношением крайностей. Если бы нас окружал мир, состоящий только из таких симметричных конструкций, он был бы равновесным, застывшим и неспособным к развитию. Да всякая жизнь стала бы невозможной, так как одно из важнейших ее свойств – это движение, рост, развитие. К счастью, мир вокруг нас асимметричный, живой и поэтому наполнен движением.

Таким образом, асимметрию можно рассматривать индикатор живой и неживой природы. Для неживой материи характерно преобладание симметрии, а при переходе от неживой к живой материи преобладает асимметрия.

Неужели нам кажутся прекрасными только картинки с неживой материей? Оказывается, нет. Подобно гармоничному звучанию Пифагоровой октавы, симметрия, полученная простым

одиночным преобразованием объекта, является лишь только первым «прекрасным аккордом». Это подобно делению струны монохорда пополам. Части ее одинаковы, симметричны и соотносятся как 1:1. Рассмотрим другие прекрасные пропорции.

### Золотое сечение

Пифагор считал важнейшим понятие о золотой пропорции: что отрезок единичной длины АВ можно разделить на две части так, что отношение большей части ( $AC = x$ ) к меньшей ( $CB = 1 - x$ ) будет равняться отношению всего отрезка ( $AB = 1$ ) к большей части ( $AC$ ): , т. е. . Отсюда  $x^2 = 1 - x$ . Положительным корнем этого уравнения является  $x = \Phi =$  , так что отношения в приведенной пропорции равны:  $\Phi = 1,618033989\dots$  Такое деление (точкой С) Пифагор называл золотым делением, или золотой пропорцией, а Леонардо да Винчи — общепринятым сейчас термином золотое сечение.

А немецкий ученый середины XIX века Адольф Цейзинг [9] сформулировал закон золотого сечения так: «Если целое, разделенное на неравные части, должно являться по форме своей прекрасным, то меньшей части необходимо относиться к большей именно так, как большая относится к целому»

Существует много произведений живописи скульптуры и архитектуры, общепризнанными шедеврами из них люди считают те, которые выполнены с применением закона золотого сечения. Древнеегипетская Пирамида Хеопса, древнегреческий Парфенон, античные статуи, живопись и графика да Винчи, Боттичелли, Рублев, Рафаэль... Ни один грамотный художник не выстраивает композицию по принципу простой зеркальной симметрии, великие – используют золотую пропорцию. Живописцы стремятся сделать свои картины «живыми», а жизни как раз присуща золотая пропорциональность.

Многие растения (сосновые и кедровые шишки, ананасы, кактусы, головки подсолнечников и многие другие) содержат в себе «золотую пропорцию». Оказывается, что золотая пропорция присутствует в строении практически всех высокоорганизованных живых организмов, включая и человека. «Витрувианский человек» да Винчи гениально иллюстрирует этот факт.

Я провела исследование о соответствии собственной фигуры стандартам золотого сечения. На большом листе бумаги повторила рисунок да Винчи с обрисовкой силуэта своего тела и замерила несколько расстояний:

1. От пяток до пупка ( $AB$ ) = 100 см
2. От пупка до верхней точки головы ( $BC$ ) = 64 см
3. От пяток до верхней точки головы ( $AC$ ) = 164 см.

Вычислили отношения:  $AB/BC = 100/64 = 1,5\dots$ ;  $AC/BC = 164/64 = 2,5\dots$ , что подтвердило, что они хорошо соответствуют пропорции золотого сечения и практически равны числу  $\Phi$  (1, 618...)

Далее, проверила еще несколько расстояний:

1. От кончиков пальцев до локтя ( $DE$ ) = 40,5 см
2. От локтя до плеча (ключицы) ( $EF$ ) = 38 см
3. От кончиков пальцев до плеча ( $DF$ ) = 73 см
4. От кончиков пальцев до конца кисти ( $DG$ ) = 17,5 см

5. От конца кисти до локтя ( $EG$ ) = 22 см

$DE/EF = 40,5/38 = 1,06\dots$ ;  $DF/DE = 73/40,5 = 1,8,62\dots$ ;  
 $EG/DG = 22/17,5 = 1,25\dots$ ;  $DE/EG = 40,5/22 = 1,84\dots$



Исследуя проблему, я часто встречала в интернете информацию, что еще в древности люди пользовались специальным прибором для измерения соотношений золотого сечения, который сейчас называют «циркулем Фибоначчи». Человек – мера всех вещей. Это очень хорошо понимали наши предки.

Поэтому в основу старой славянской измерительной системы были положены размеры частей тела человека, о чем говорят даже сами названия – сажень косая, маховая, локоть, стопа, пядь, пясть и т.д. Неудивительно, что, меры длины уже содержали в себе «золотые пропорции».

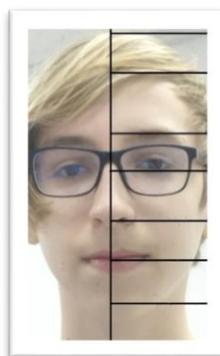
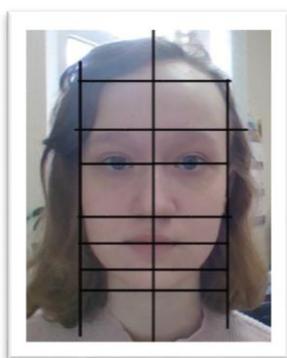
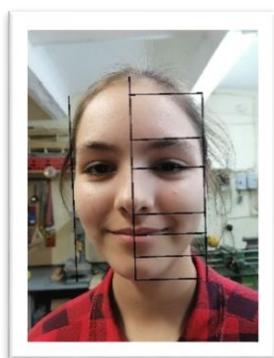


Поэтому, предметы, строения, построенные согласно древнерусским мерам длины, являлись образцами гармонии и согласованности с окружающей природой!

### Лицо и «золотая пропорция»

Как правило, люди хотят выглядеть красиво. Я уже поняла, что красивая фигура человека – это ее соответствие «золотому сечению». Кстати, успешные модельеры давно уже пользуются этим знанием и предлагают модели одежды, в которых заложены эти пропорции. Может быть, женщины потому и носят каблуки, чтобы «исправить» физиологические отличия своего тела от классических канонов золотой пропорции. Но больше всего внимания люди уделяют своему лицу. Ранее я доказала, что красота содержится в пропорциях золотого сечения, поэтому решила исследовать с помощью этого метода лица «Инженеров будущего».

С помощью фотоаппарата было получено изображение моего лица и лиц «Инженеров будущего».



С помощью циркуля Фибоначчи разметила линиями характерные расположения черт лица – очертания головы, лоб, брови, глаза, нос, губы, подбородок. Результаты отклонений svela в таблицу и проанализировала ее.

Было выяснено, что все с точки зрения классических канонов красоты, а именно:

В соответствии с выявленными диспропорциями, я выработала следующие рекомендации по улучшению визуальной гармонии лиц «Инженеров будущего»:

Я: у меня высоковат лоб. Мне лучше делать причёски, прикрывающие его.

Гоша: у него длинный подбородок.

Аня: её лицо близко к «золотому сечению». Ей не нужно ничего менять.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Я	-	+	+	+	+	+	+	+
Гоша	-	-	0	-	-	-	-	-
Аня	+	+	+	+	+	+	+	+

Микро-вывод: существует практический научный метод стать красивым, макияж и прически женщинам можно рекомендовать делать с учетом разработанного мною способа следования «золотой пропорции».

### Социология

В заключение, для исследования влияния личного понимания красоты на развитие личности я провела следующий тест: предложила своим одноклассникам разделить произвольный отрезок на 2 части (поставить точку на отрезке в любом месте). В тесте принимали участие 19 учеников.

При анализе я результаты условно разбила на 3 группы.

- 1: точка находится у любого края отрезка,
- 2: точка находится недалеко от середины отрезка (около «золотой пропорции»),
- 3: середина отрезка.

1. Край отрезка. Данную точку поставили 3 ученика. Возможно, это характеризует их положение в классе, а соответственно в обществе. Учатся не очень успешно.

Эти ученики свободное время посвящают, просмотру ТВ, играм на компьютере, помощи по хозяйству.

2. Золотая пропорция. В данном месте точку поставили 12 учеников класса. В этой ступени большинство детей отличаются творческими способностями. Среди них учащиеся музыкальных, художественных, спортивных школ.

3. Центр. В данном месте поставили точку 4 ученика, они являются отличниками. Эти ребята отличились, в олимпиадах по математике, конкурсе «Кенгуру». Все являются самостоятельными личностями.

Микро-вывод: Люди с развитым чувством «красоты» более успешны. Причем, те, кому нравится полная симметрия, отличаются высокой самоорганизацией и способностям к наукам. Людям с творческим складом характера нравятся отклонения от простой симметрии, им ближе пропорции «золотого сечения».

### **Выводы и результаты**

1. Я нашла удивительную связь эфемерного чувства красоты с математическим описанием устройства природы.

2. Разработала практические научные способы повышения уровня гармонизации окружающего нас мира и самих себя.

3. При проведении данного исследования я использовала знания различных наук: истории, музыки, живописи, информатики, физики, биологии, химии, литературы, и, связующей наукой стала математика.

Таким образом, задачи исследовательской работы решены, поставленная цель достигнута, гипотеза доказана.

Практическая значимость данной работы заключается в том, что собранные материалы и методы могут быть использованы учащимися и учителями для полноценного гармоничного образования и саморазвития. Получены практические способы сделать мир вокруг себя, и самого себя красивее, а значит лучше.

### **Список литературы и источников:**

1. Баландин Р.К. Вернадский: жизнь, мысль, бессмертие. М.: Знание, 1988.
2. Вейль Г. Симметрия. Под редакцией Б.А. Розенфельда. М., Наука, 1968.
3. Вернадский В.И. Принцип симметрии в науке и в философии / Публ. подгот. И.И. Мочалов // Вопрос философии. - 1966.
4. Достоевский Ф.М. «Идиот». Собрание сочинений в 12 т. / Ф. М. Достоевский. — М.: Правда, 1982.
5. Жмудь Л. Я. Пифагор и его школа. М.: Наука, 1990.
6. Ушаков Д.Н. Большой толковый словарь современного русского языка. Альта-Принт, Дом. XXI век, 2009.
7. Философия и музыка / Учебное пособие. Сост. Н.А. Горбачев. - Саратов: СГУ, 1975.
8. Флоренский П.А. Сочинения. В 4 т. Т 3 (1): у водоразделов мысли. М.: Мысль, 1999.
9. Холопов Ю. Н. Консонанс и диссонанс // Музыкальный энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1990.

### **Модель теплицы – объект «Интернета вещей»**

(учебно-исследовательский проект – 3 место в зональном этапе конкурса школьников «Эврика, ЮНИОР», г. Абинск, диплом молодежного жюри 2 степени «Шаг в будущее. ЮФО», Краснодар / 2017 г.)

Авторы проекта:

**Миляев Дмитрий**

**Неделько Маргарита**  
обучающиеся МАУ ЦДО  
г. Славянск-на-Кубани

## Аннотация

В данном учебно-исследовательском проекте подробно рассмотрены этапы создания объекта «Интернета вещей» - действующей модели автоматической теплицы на базе микроконтроллера Arduino Uno. Целью работы автор обозначает создание «умной вещи», управляемой через Интернет, способной стать прототипом реального устройства для актуальных производственных задач. Так же данный проект доказывает доступность внедрения инновационных технологий «Интернета вещей» в школы.

В работе автор описывает, как он самостоятельно, из подручных материалов, с построением собственной информационной модели поэтапно создает действующую модель теплицы, которая может быть интегрирована в реальное сельское хозяйство. Кроме того, данная работа может послужить практическим учебным пособием в школах при освоении компетенций «Интернета вещей».

Этапы работы описывают:

1. Сбор и анализ информации по теме.
2. Создание технического задания.
3. Изготовление модели.
4. Монтаж электрики и электроники.
5. Программирование.
6. Испытания.
7. Выводы.

В выводе автор подчеркивает, что для создания подобных объектов не требуется высоких финансовых затрат, также особенных научных знаний, и что сегодняшним школьникам доступно овладением практическими навыками в «Интернете вещей».

## Введение.

Развитие «Интернета вещей» президент Владимир Путин назвал возможностью прийти к независимой экономике и кардинально изменить промышленность страны. «Поэтому вот туда надо забираться», — отметил российский глава. [1]

В своем проекте я берусь доказать, что участвовать в решении этой актуальной задачи могут и должны не только ученые, но и обыкновенные школьники. «Интернет вещей» – это просто!

**Цель работы:** создание модели «умного» объекта, управляемого через сеть Интернет, способного стать прототипом реального устройства для актуальных практических производственных решений. Так же данный проект доказывает доступность внедрения технологий «Интернета вещей» в школы. Учитывая важность аграрного направления экономики страны, было принято решение создать модель автоматизированной теплицы с управлением по сети Интернет.

**Актуальность:** модель теплицы, изготовленная в ходе выполнения работы, может быть легко масштабируемой для интеграции в реальное сельское хозяйство путем простой замены исполнительных механизмов. Таким образом, я, даже будучи школьником, могу предложить пути автоматизации реального производства. Кроме того, данная модель послужит прекрасным учебным пособием в школе.

**Новизна:** прототип теплицы изготовлен самостоятельно из подручных материалов, с собственным построением информационной модели, поэтому проект является абсолютно оригинальным.

**План работы:**

1. Сбор и анализ информации в области «Интернета вещей».
2. Создание «технического задания».
3. Изготовление модели.
4. Монтаж электрики и электроники.
5. Программирование.

6. Испытания.
7. Выводы.

Все этапы работы планируется выполнять максимально «гласно», привлекая к ним как можно больше школьников и наставников. Для выполнения проекта мне потребуются знания и навыки по следующим научным дисциплинам:

1. Технология и инженерия.
2. Информатика.
3. Физика.
4. Биология.

Таким образом, данная работа является многопрофильной и выполнена «на стыке» многих наук.

## 1. Анализ информации в сфере «Интернета вещей»

Интернет вещей (англ. Internet of Things, IoT) — концепция вычислительной сети физических предметов («вещей»), оснащённых встроенными технологиями для взаимодействия друг с другом или с внешней средой, рассматривающая организацию таких сетей, как явление, способное перестроить экономические и общественные процессы, исключаяющее из части действий и операций необходимость участия человека [2]. Иными словами, Интернет вещей – это множество отдельных систем с датчиками (например, Умный дом, Умная теплица, Умная ферма и другие «умности»), которые через сеть (интернет) общаются друг с другом с помощью облачного интерфейса и могут обмениваться информацией.

Изучив информацию в Интернете, было выявлено, что в настоящее время в России распространены 2-3 готовых робототехнических набора для изготовления «умной» теплицы стоимостью 15-20 тыс. рублей, и, практически, все созданные проекты базируются на них. Считаю, что такая цена овладения этой компетенцией слишком высока для школьника, поэтому свой проект создала из подручных материалов, по возможности, своими руками, приобретая только самое необходимое.

Общая связующая идея построения систем IoT – интеграция реального и виртуального мира. Считается, что вещи (реальный мир) могут быть активными участниками информационных и социальных процессов, могут взаимодействовать и «общаться» не только с людьми, но и между собой, обмениваясь информацией (виртуальный мир) об окружающем без участия человека. Таким образом, для моделирования этих процессов необходимо:

- а) построить конструкцию с исполнительными механизмами;
- б) организовать прием информации о внешнем реальном мире (снабдить ее датчиками);
- в) подобрать и подключить «мозговой центр» для обработки информации датчиков и передачи команд исполнительным механизмам;
- г) обеспечить связь с внешней информационной средой (Интернет);
- д) выбрать внешнюю информационную платформу IoT для контроля «поведения» системы удаленно (через Интернет) и запрограммировать ее.

Проанализировав множество сайтов про «Интернет вещей», я увидела, что для реализации моего проекта в качестве «мозга» подойдет любой современный микроконтроллер, и выбрала Arduino Uno. Решающими критериями выбора послужили низкая стоимость и широкая распространенность. Он позволяет подключать к себе любые электрические устройства, датчики и управлять ими. Кроме того, его популярность обеспечила меня массой информации о типовых схемах управления.

Выбор программной «облачной» платформы для IoT оказался неожиданно сложной задачей. Наиболее мощной и «раскрученной» оказалась разработка фирмы PTC ThingWorx [3], но стоимость даже образовательной лицензии оказалась более 200 тыс. рублей, что сделало ее недоступной для моего проекта. Однако, на сегодняшний день существует множество других платформ IoT, которые, по сравнению с ThinkWorx более ограничены по функционалу, но обладают важным преимуществом – они бесплатны. После их изучения был выбран он-лайн сервис Cayenne [4].

## 2. Создание технического задания.

Итак, для создания «умной теплицы» необходимо сформулировать ее технические свойства. Теплица – это закрытое помещение из прозрачного для солнечного света материала, позволяющее создавать комфортные условия для произрастающих в нем растений. Для разных растений нужны различные условия, какие же?

Например:

1. Всем растениям нужен свет. Значит, необходимо контролировать уровень освещенности, расписание «дня» и «ночи», возможно, спектр света. Для этой цели необходим датчик освещенности и исполнительный механизм – светильники разного цвета.

2. Всем растениям нужна вода. Значит необходимо контролировать уровень влажности почвы и, желательно, воздуха. Для этого необходим датчик влажности почвы и, по возможности, датчик влажности воздуха. Исполнительные механизмы – поливочный насос и увлажнитель воздуха.

3. Все растения «чувствуют себя хорошо» в определенном температурном диапазоне, им нужно тепло. Для контроля этого параметра необходим датчик температуры воздуха. Исполнительные механизмы могут быть разными – двигатель, открывающий форточки проветривания, двигатель принудительной вентиляции, устройство нагрева воздуха и прочие.

Можно указать еще параметры теплицы, которые можно контролировать и регулировать (например, уровень углекислого газа и кислорода), но самые важные я указала выше.

Учитывая все вышесказанное и исходя из минимального финансового бюджета, я смогла описать необходимую конструкцию действующей модели «умной» теплицы:

1. Корпус в виде домика из прозрачного материала, позволяющий разместить и закрепить датчики и исполнительные механизмы. Также должно присутствовать открывающееся окно для проветривания.

2. Датчик освещенности, датчик влажности почвы, датчик температуры воздуха.

3. Исполнительные механизмы – цветная светодиодная лента для цветного освещения, миниатюрный водяной насос для полива, двигатель открывания форточки, двигатель принудительной вентиляции.

4. Плата микроконтроллера Arduino Uno, плата управления моторами на 4 канала для обеспечения управления исполнительными механизмами.

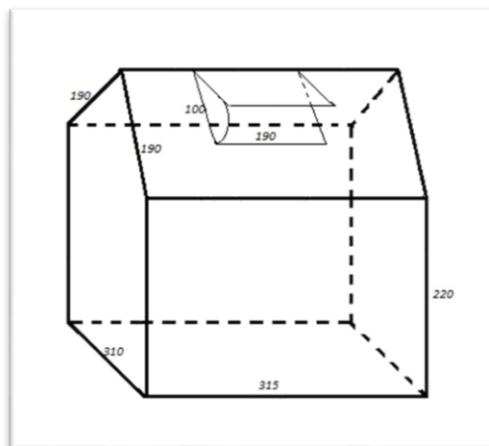
5. Электрическое питание 12V, 0.5A. Было предусмотрено 2 варианта – питание от солнечной батареи для моделирования использования «чистой» экологической энергии и стандартный блок питания от электрической сети.

## 3. Изготовление модели теплицы.

Для помощи в изготовлении корпуса теплицы я обратилась к учителю технологии в школьной мастерской. В качестве материалов подошло оргстекло и мебельные направляющие для раздвижных стекол из сплава алюминия, которые нашлись дома. Для обработки оргстекла использовался строительный фен, электролобзик, маленькая «фортуна». Размеры изделия определились количеством наличного материала.

Так как теплый воздух в теплице устремляется вверх, то для пассивного проветривания в верхней части крыши было изготовлено открывающееся окно.

В одном из торцов корпуса в нижней части было прорезано отверстие для воздухонагнетающего вентилятора, который был взят от корпуса старого компьютера. После установлен сам вентилятор. На противоположном торце корпуса был установлен «мозг» системы – плата Arduino с платой управления



Все размеры даны в мм.

исполнительными механизмами.

В качестве механизма открытия-закрытия форточки был использован двигатель с редуктором от старого нерабочего сканера. Тяговые рычаги и крепеж – от детского металлического конструктора.

Освещение теплицы – цветная светодиодная лента с отдельным включением светодиодов по цветам.

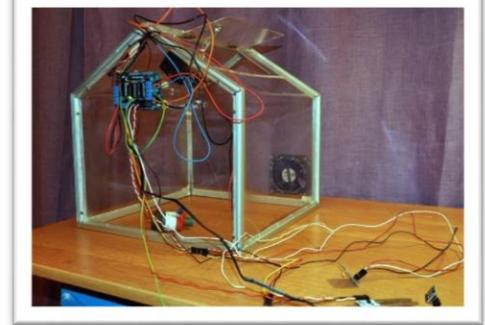
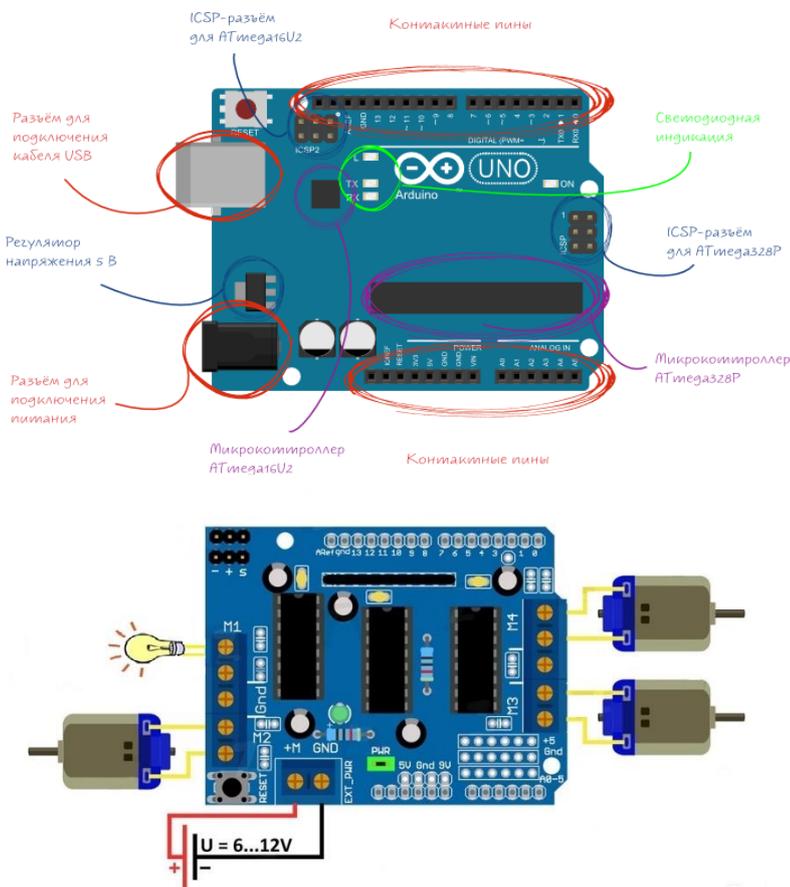
Водяную помпу изготовила самостоятельно, посмотрев технологию в Интернете. Были использованы три крышки от пластиковых бутылок, моторчик от детской игрушки, части корпуса авторучки, клей.

Три датчика: температура воздуха, влажность почвы, освещенность, а также платы Arduino и управления моторами были приобретены в магазине. Это, собственно, и составило все финансовые расходы (около 3000 рублей) на изготовление модели. Датчики были установлены на корпусе теплицы.

Все датчики и механизмы были соединены с цветными проводами, которые были выведены к плате управления.

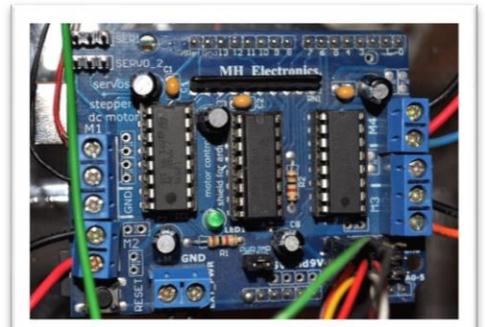
#### 4. Монтаж электрики и электроники.

Плата Arduino Uno имеет 13 цифровых и 6 аналоговых входов-выходов для подключения внешних устройств. Плата управления двигателями Motor Shield L293D использует для своей работы практически все цифровые входы-выходы Arduino, поэтому для подключения датчиков будем использовать аналоговые. Каждый датчик подключается по трем проводам (+, -, сигнал). Исполнительные механизмы подключаются к плате управления по 4 каналам каждый по двум проводам (+, -).



Кроме того, необходимо подать электропитание на плату управления – 2 провода 12 V 0,5 А.

Очень важно соблюдать технику безопасности! При монтаже важно ничего не перепутать, так как ошибки могут привести к выходу из строя электроники. Мой монтаж перед включением проверил научный руководитель.



## 5. Программирование.

Программирование работы устройств «интернета вещей» осуществляется в двух местах:

а) микроконтроллер, где описывается его взаимодействие с датчиками, исполнительными механизмами, обмен данными по сети с «облачной» внешней платформой;

б) «облачная» платформа IoT (в данной работе - Cayenne), где задаются протоколы обмена данными с микроконтроллером, визуализация показаний датчиков и «ручное» управление механизмами, также описывается логика включения/выключения исполнительных механизмов в зависимости от показаний датчиков и взаимодействие одних «умных вещей» с другими «умными вещами».

Первым делом необходимо обеспечить программную связку между Arduino и платой управления моторами Motor Shield L293D. Для этого подключаем соответствующую библиотеку AFMotor в программе Arduino и определяемся с управляющими командами исполнительных механизмов из этой библиотеки. Я использовала самые простые – включить, выключить, задать скорость (мощность), пауза. На этом периоде программирования можно создать тестовую программу и проверить работоспособность всех исполнительных механизмов – например, последовательное включение – выключение в автономном режиме, без датчиков и сети.

В моей программе задана такая цикличная последовательность:

1. включается свет, пауза 3 сек.,
2. открывается форточка, пауза 3 сек.,
3. включается вентилятор проветривания, пауза 3 сек.,
4. выключается вентилятор проветривания, пауза 3 сек.,
5. закрывается форточка, пауза 3 сек.,
6. включается водяная помпа полива, пауза 3 сек.,
7. выключается водяная помпа полива, пауза 3 сек.,
8. выключается свет, пауза.

```
// Adafruit Motor-shield library
// copyright Adafruit Industries LLC, 2009
// this code is public domain, enjoy!
#include <AFMotor.h>
AF_DCMotor motor1(1);
AF_DCMotor motor2(2);
AF_DCMotor motor3(3);
AF_DCMotor motor4(4);
// для разъемов для пина, к которому подключена помпа
#define PUMP_PIN 11
// для разъемов для пина, к которому подключен датчик влажности почвы
#define HUMIDITY_PIN A1
// минимальный порог влажности почвы
#define HUMIDITY_MIN 200
// максимальный порог влажности почвы
#define HUMIDITY_MAX 700
// интервал между проверками на полив растений
#define INTERVAL 60000 * 3
// переменная для хранения показаний влажности почвы
int humid = 0;
// статическая переменная для хранения времени
unsigned long curTime = 0;
void setup() {
  Serial.begin(9600); // set up Serial library at 9600 bps
  Serial.println("Motor test!");
  // для помпы в режиме выезда
  pinMode(PUMP_PIN, OUTPUT);
  // для света
  motor1.setSpeed(200);
  motor2.setSpeed(155);
  motor3.setSpeed(255);
  motor4.setSpeed(255);
  motor2.run(RELEASE);
}
void loop(void) {
```

Таким образом, на данном этапе программирования «умной» теплицы мы уже получили автоматическую теплицу, способную работать (управлять светом, проветриванием и поливом) по жесткой программе по расписанию.

Далее (после регистрации на IoT платформе Cayenne [4]) необходимо «привязать» удаленную плату Arduino к Cayenne. Для этого в Cayenne выбирается нужный микроконтроллер (Arduino Uno), его способ связи с Интернетом, и Cayenne предлагает типовой программный код для размещения в Arduino. В этом коде присутствует подключение библиотеки Cayenne, идентификатор для взаимного опознания через сеть, протокол подключения Arduino к Интернету и стандартные команды обмена данными между Arduino и Cayenne. Такая структура программного кода является общей для любых IoT платформ. После «заливки» этого кода в Arduino и его запуска Cayenne должен уже «видеть» наше устройство удаленно через Интернет. Таким образом, мы сделали первый шаг – наладили сетевое взаимодействие и создали сетевой управляющий интерфейс [5].

После этого, в Cayenne последовательно выбираем и подключаем программы управления по сети все исполнительные механизмы теплицы (свет, открытие форточки, вентилятор и помпа), на каждый из них Cayenne предлагает примерный код для Arduino. Необходимо вручную вставлять его кусочки в соответственные места исходного, корректируя и испытывая его работу. В результате получаем управление исполнительными механизмами теплицы по интернету через Cayenne вручную – с помощью «нажатия» мышкой виртуальных кнопок.

На этом этапе программирования мы получили возможность удаленного «ручного» управления механизмами теплицы и возможность реализации их включения - выключения по таймеру и расписанию через Интернет.

Следующий этап – подключение датчиков в Cayenne.

Датчик освещенности, который был мне доступен, оказался на базе фоторезистора GL5528. Фоторезистор - это светочувствительный элемент, электрическое сопротивление которого уменьшается при интенсивном освещении и увеличивается при его отсутствии, таким образом, если включить его в цепь последовательно с другим резистором и подать на нее

напряжение, то, в точке их соединения потенциал будет меняться в зависимости от освещенности. Этот потенциал можно измерять одним из аналоговых входов Arduino, а значит, регистрировать уровень освещенности. В Saeyenne добавляем отображение датчика, указываем номер входа Arduino, к которому он подключен и сразу на сайте появляются меняющиеся данные об освещенности (число от 0 до 1000). Чем оно больше, тем темнее.

Датчик влажности почвы – это два электрода, выполненные в виде «вилки». Между двумя электродами подается небольшое напряжение. Если почва сухая, сопротивление велико и ток будет меньше. Если земля влажная — сопротивление меньше, ток — больше. По итоговому аналоговому сигналу можно судить о степени влажности. Подсоединяем на другой аналоговый вход Arduino, организуем визуализацию в Saeyenne аналогично датчику освещенности.

Датчик температуры удалось приобрести цифровой DS18B20. В Saeyenne он присутствует как типовой, поэтому при его подключении предлагается программный код для Arduino. В нем содержится вызов библиотеки для этого датчика и программа считывания данных. Добавляем этот код в нашу программу для Arduino. В итоге, на сайте появляется отображение температуры воздуха в реальном времени.

Итак, мы получили на сайте отображение показаний трех датчиков теплицы (температура воздуха, влажность почвы, освещенность) и кнопки управления 4х исполнительных механизмов.

В завершение программирования пропишем логику поведения исполнительных механизмов в зависимости от показаний датчиков. Делается это в Saeyenn, удаленно, и легко может корректироваться даже вдали от самого объекта IoT – теплицы. Открываем в Saeyen раздел «триггеры» и настраиваем поведение системы:

1. показания датчика освещенности  $> 500$  (темно) – включить свет,
2. показания датчика освещенности  $< 500$  (светло) – выключить свет,
3. влажность почвы  $< 200$  (сухая почва) – включить помпу,
4. влажность почвы  $> 200$  (мокрая почва) – выключить помпу,
5. температура больше 25 град. – открыть форточку,
6. температура меньше 25 град. – закрыть форточку,
7. температура больше 28 град. – включить вентилятор,
8. температура меньше 28 град. – выключить вентилятор.

Таким образом, я прописала правила поведения автоматики в зависимости от изменяющихся внешних факторов. Реальные условия, конечно, будут зависеть от конкретных погодных факторов и конкретных типов растений, так как, у всех растений комфортные условия разные. В будущем можно было бы прописать условия взаимодействия с другими объектами IoT, тогда бы реализовалась идея самостоятельного общения «умных вещей», но у меня есть пока только один объект – теплица.



## 6. Испытания.

Для испытаний «умной» теплицы был взят комнатный цветок в горшке и помещен внутрь нее. Эксперимент длился около месяца в автоматическом режиме и показал, что растение не только не погибло, но и стало выглядеть заметно лучше.

В будущем есть планы провести эксперименты с освещением разного цвета и разной длительности, также организовать оптимальный температурный режим, но это уже будет, возможно, темой моей

будущей исследовательской работы по биологии.

## 7. Итоги и выводы.

В ходе создания данного научно-исследовательского проекта мне удалось построить действующую модель теплицы, как объекта «интернета вещей». Попутно я сделала следующие выводы:

1. Для создания объектов IoT не требуется высоких финансовых затрат (мне удалось уложиться в бюджет около 3000 рублей).
2. Для создания объектов IoT не требуется иметь высшее образование и ученую степень. Сегодня это уже доступно даже школьнику.
3. Овладение навыками создания объектов IoT открывает колоссальные перспективы в автоматизации любых технологических процессов, а также самореализации в техническом творчестве.
4. Сегодня школьники могут внести свою реальную лепту в развитие передовых технологий для улучшения благосостояния людей.

Также данный проект может служить отличным учебным пособием в школе для овладения компетенцией «интернета вещей».

### **Список источников и литературы:**

1. ТАСС Информационное агентство России. <http://tass.ru/ekonomika/4547346>
2. Википедия. [https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет\\_вещей](https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_вещей)
3. Сайт платформы IoT Think Worx <https://www.thingworx.com/>
4. Сайт платформы IoT Cayenne <https://mydevices.com/>
5. Сайт проекта <https://cayenne.mydevices.com/shared/59b50d9f0ba71266ebeb18bc2>

### **Автоматическая установка для компактного автономного беспочвенного выращивания огородных растений**

(исследовательский проект – победитель XXXVI Всероссийского конкурса юношеских Чтений им. В.И. Вернадского, секция «Инженерные исследования», г. Москва, участник Всероссийского конкурса "Большие вызовы", г. Сочи, «Сириус», победитель зонального этапа конкурса школьников «Эврика, ЮНИОР», г. Абинск, диплом молодежного жюри 1 степени «Шаг в будущее. ЮФО», г. Краснодар, / 2018 г.)

Авторы проекта:

**Миляев Дмитрий**

**Неделько Маргарита**

обучающиеся МАУ ЦДО  
г. Славянск-на-Кубани

### **Аннотация**

В данной работе описано создание и испытания многофункциональной автономной компактной высокотехнологичной аэро-гидропонной установки для выращивания огородных растений оригинальной разработки с применением последних достижений в области компьютерных и информационных («Интернет вещей») технологий.

**Цель проекта:** создание многофункционального автономного компактного высокотехнологичного (компьютерное управление, «Интернет вещей») аэро-гидропонного стенда для выращивания растений в закрытом помещении вне зависимости от времени года.

В работе автор описывает, как он самостоятельно, из подручных материалов, с построением собственной информационной модели поэтапно создает действующую установку и проводит на ней эксперименты по выращиванию растений.

Автор формулирует следующие **задачи проекта:**

1. Изучить и обобщить доступную информацию о гидропонном способе выращивания растений.
2. Сформулировать технические требования к изготавливаемой установке.
3. Спроектировать и разработать технические и информационные системы стенда.
4. Изготовить установку и провести технические испытания, устранить дефекты.

5. Провести биологические эксперименты, выращивая различные виды растений в установке.

В результате выполнения исследовательского проекта автору удалось создать установку с заданными параметрами и получить положительный результат в экспериментах по выращиванию растений.

В выводе автор подчеркивает, что для создания подобных объектов не требуется высоких финансовых затрат, также особенных научных знаний, и, что, сегодняшним школьникам доступно овладение практическими навыками в «Интернете вещей», также, важно, что, подобные установки могут быть легко воспроизведены и служить прототипом для малого бизнеса.

## Введение

**Проблема и актуальность:** растениеводство является важной частью деятельности людей, обеспечивающей их продуктами питания. В условиях возрастающего населения и нехватки земель, пригодных для эффективного земледелия, становятся особо актуальными способы выращивания растений интенсивными методами, с применением высоких технологий. Одним из таких способов является метод аэро-гидропоники, который позволяет точно контролировать процессы роста и получать растительные продукты питания за меньшее время, на малых площадях, расходуя меньше удобрений и воды, в сравнении с обычным почвенным растениеводством, причем в любое время года.

В последнее десятилетие стали общедоступны новые компьютерные технологии, например, «Интернет вещей», которые могут быть легко применимы в гидропонике и обеспечить точное управление и контроль процессами. Развитие «интернета вещей» президент Владимир Путин назвал возможностью прийти к независимой экономике и кардинально изменить промышленность страны. «Поэтому вот туда надо забираться», — отметил российский глава. [1]

Развитие точного растениеводства – это настоящий «большой вызов». Над решением этой проблемы наша команда работает уже второй год (проект 2017-2018 учебного года – «Действующий макет умной теплицы»). В рамках данного проекта предлагается новое решение – создание многофункциональной автономной компактной высокотехнологичной (компьютерное управление, "Интернет вещей") аэро-гидропонной установки для выращивания растений «на столе» вне зависимости от времени года.

**Цель работы:** создание такого стенда и получение пробного урожая.

### Задачи:

1. Изучить и обобщить информацию о гидропонном способе выращивания растений.
2. Сформулировать технические требования к изготавливаемой установке.
3. Спроектировать и разработать технические и информационные системы установки.
4. Изготовить установку и провести технические испытания, устранить дефекты.
5. Провести биологические эксперименты, выращивая различные виды растений в установке.
6. Получить пробный урожай.

**Планирование:** проект предполагается выполнить в течение года, что позволит провести эксперимент дважды (жизненный цикл растения от семени до созревания плодов будем наблюдать около 6 месяцев). Создание установки – 1 месяц. В соответствии с задачами проекта необходима работа команды из двух человек с компетенциями в технической области (Дмитрий Миляев – пункты 1, 3, 4) и научно-биологической (Маргарита Неделько – пункты 1, 2, 5, 6).

**Новизна и значимость:** несмотря на то, что сама гидропоника не является новейшим методом выращивания растений, применение в этой области современных компьютерных технологий позволяет создать принципиально новые способы точного управления и контроля над процессами роста растений, что позволит получить максимальную эффективность. Патентный поиск по базе российских патентов показал, что сегодня не существует зарегистрированных аналогичных изобретений. [2]

### Ожидаемые результаты:

1. **Многофункциональность** установки обеспечит ее пригодность для испытания различных методов гидропоники для выращивания различных культур.

2. **Автономность** обеспечит независимость получения растительных продуктов независимо от внешних климатических условий, качества почв и других внешних факторов.

3. **Компактность** даст возможность широкого применения установки и легкой ее интегрируемости в повседневную жизнь любого человека для получения растительных продуктов.

4. **Высокотехнологичность** предполагает использование компьютерного управления, что позволит снизить риски «человеческого фактора» и обеспечить точное обеспечение оптимальных условий роста растений.

Так, как, проект изготавливается школьниками из недорогих и доступных материалов, ожидается, что, в результате работы, будут найдены новые технические решения и оригинальные идеи, обеспечивающие невысокую стоимость и несложную воспроизводимость установки.

Предполагается, что, установка, изготовленная в ходе выполнения работы, может быть легко воспроизведена для внедрения в каждую семью для обеспечения свежими овощами и зеленью круглый год. Кроме того, эта установка может использоваться для получения растительных продуктов питания в районах крайнего севера или на территориях со скудными почвами.

### Анализ существующих систем гидропонного выращивания растений

Существующие сегодня гидропонные системы можно условно разделить на следующие основные виды: [3]

**Фитильная система** - пассивная, в ней нет движущихся частей. Питательный раствор из резервуара подается к растению при помощи фитилей за счет действия капиллярных сил. [рис.1].

Плюсы: доступность, минимальные денежные затраты на содержание, нет насоса.

Минусы: ограниченный доступ кислорода в раствор может вызвать затхлость воды, проблемы с корневой системой, нет рециркуляции питательных веществ, замедленные темпы роста.

**Система глубоководных культур (DWC)** – простой вид гидропонных систем, состоящий из бака и устройства для аэрации воды. Корни погружают в питательный раствор, а воздушный компрессор обогащает его кислородом. [рис.2].

Плюсы: дешевый вариант из активных систем, простота настройки и надежность, всё растёт хорошо и быстро.

Минусы: риск корневой гнили при недостаточно регулярной чистке, при высоком уровне раствора и чрезмерном переувлажнении велика вероятность загнивания корневой шейки, необходимость постоянно пополнять резервуар, не подходит для больших и многолетних растений.

### Схемы существующих гидропонных установок

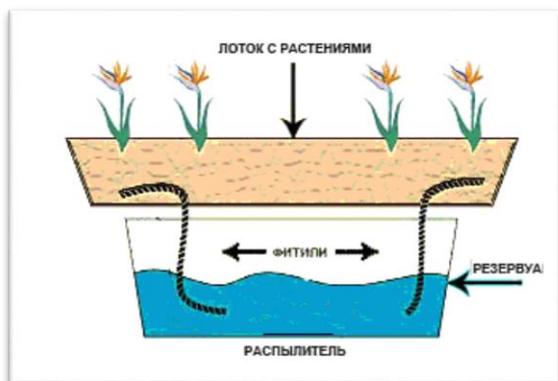


Рисунок 1. Фитильная система



Рисунок 2. Система глубоководных культур

**Система периодического затопления** - хорошо обогащает кислородом корневую зону с помощью компрессора. Субстрат периодически затопляется питательным раствором, который затем самотеком стекает обратно в бак. При этом движение воды проветривает корневую зону от газов и приносит свежий воздух, что обеспечивает обогащение кислородом корневой зоны [рис.3].

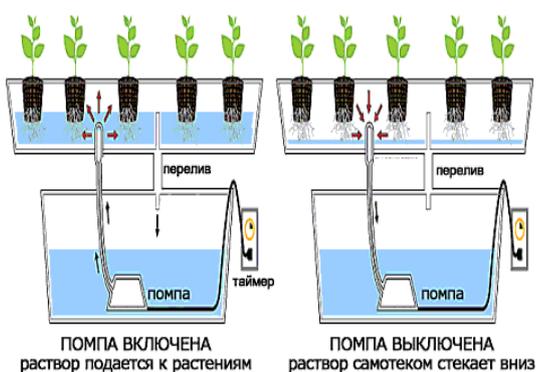


Рисунок 3. Система затопления

Плюсы: доступность, низкие затраты на обслуживание, хорошее насыщение корней питательным раствором, так же хорошая их вентиляция.

Минусы: риск загрязнения раствора патогенами, риск появления плесени и других «водных» сорняков, технические неисправности могут привести к снижению или гибели урожая.

**Система NTF (питательный слой).** При культивации растений системой питательного слоя не используется субстрат. Система обеспечивает регулярную циркуляцию питательного раствора. Обычно, корни помещены в длинный иригационный канал. Питательный раствор подается помпой с одной стороны канала. Стекая по каналу тонким слоем, и обмывая корни растений, питательный раствор возвращается в резервуар. Этим способом выращивают скороспелые растения, салат, кулинарную зелень [рис.4].

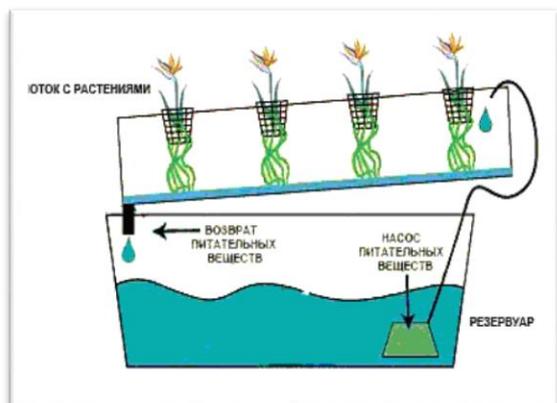


Рисунок 4. NTF (питательный слой)

Плюсы: обильное насыщение кислородом, эффективное использование пространства.

Минусы: отказ помпы может быстро погубить все растения, не пригодна для растений с большой корневой системой.

**Система капельного полива** — самая распространённая гидропонная технология. Она представляет собой бак, в котором находится питательный раствор, соединенный с насосом, через капельницы, насос подает питательные вещества непосредственно к каждому растению. [рис.5].

Плюсы: гибкая система, растения могут быть добавлены или изъяты в любое время, простая реализация при достаточной эффективности.

Минусы: проблема верхнего полива (при поливе сверху раствор, уходя по пути наименьшего сопротивления, может давать недостаточно питательных веществ и влаги корням).

**Аэро-гидропоника (аэропоника)** - самая современная и высокотехнологичная гидропонная система. Такая система основывается на распылении раствора в корневых зонах саженцев.

Пространство заполняется влажным воздухом, в котором концентрированы водяные пары и кислород. Аэропонику применяют для выращивания растений в условиях жаркого климата [ рис.6].

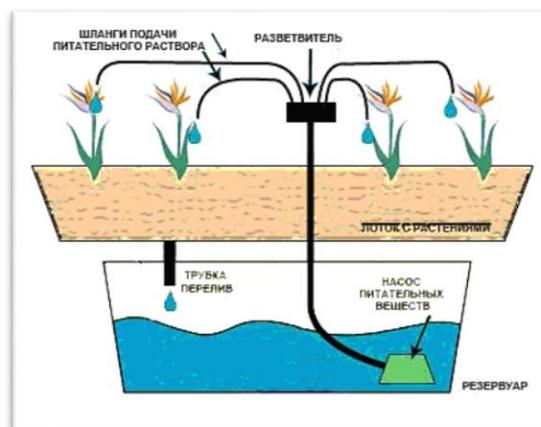


Рисунок 5. Система капельного полива

Плюсы: максимальное усвоение питательных веществ, эффективное использование пространства, отсутствие проблемы подготовки и утилизации субстрата.

Минусы: при отключении помпы растения могут погибнуть за считанные часы, сопла распылителей могут забиваться, аэропоника плохо подходит для густых питательных смесей.

После анализа информации о плюсах и минусах каждой гидропонной системы было принято решение о создании универсальной установки, которая сочетала бы в себе большинство возможностей всех систем для обеспечения оптимальных режимов жизнедеятельности разнообразных растений.

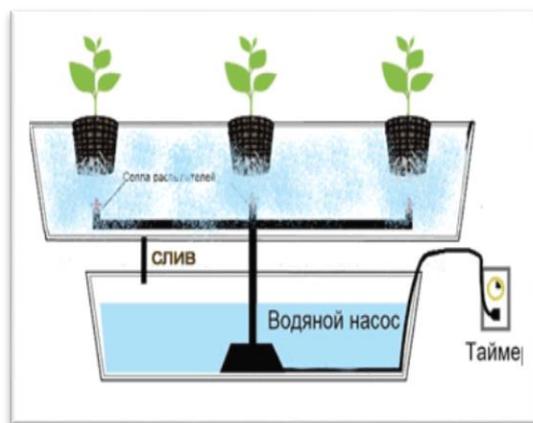


Рисунок 6. Система аэропоники

### Конструкция

Исходя из идеи компактности установки, было принято решение разместить ее на основании 50 x 40 см. Высота стенда задается размером выращиваемых растений, будем использовать низкорослые виды и сорта высотой до 40 см, и ограничивается сверху плоским светильником с фито-светодиодами. Для увеличения возможностей установки по видам растений светильник выполнен на регулируемой по высоте опоре [рис.7]. В качестве емкости под питательный раствор используется стандартный пищевой пластиковый контейнер с крышкой размером 40x30x17 см. В крышке прорезаны шесть отверстий под горшочки с растениями. На крышке так же смонтирована водопроводная арматура системы капельного полива [рис.8].

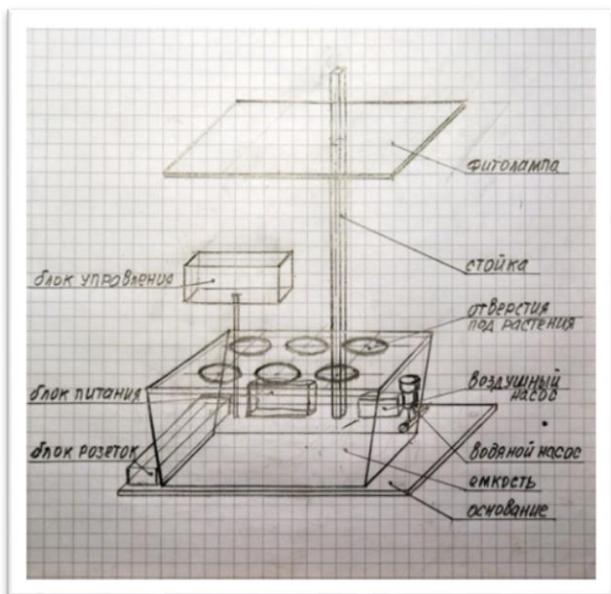


Рисунок 7. Эскиз проектной установки

Емкость также снабжена двумя линейными аквариумными распылителями воздуха с воздухопроводами и восемью форсунками для распыления питательного раствора на корни с водопроводной арматурой и насосом с фильтром. На основании установки также располагаются блок розеток 220В, блок питания 12В и аквариумный воздушный компрессор. Для обеспечения оптимальной температуры питательного раствора в холодное время года основание под

Емкость также снабжена двумя линейными аквариумными распылителями воздуха с воздухопроводами и восемью форсунками для распыления питательного раствора на корни с водопроводной арматурой и насосом с фильтром.

На основании установки также располагаются блок розеток 220В, блок питания 12В и аквариумный воздушный компрессор. Для обеспечения оптимальной температуры питательного раствора в холодное время года основание под



Рисунок 8. Фото емкости и системы капельного полива

емкостью снабжено пленочным графитовым нагревателем. Для управления установкой на поворотной штанге смонтирован электронный блок на базе микрокомпьютера WeMos D1 R1(ESP8266), совместимым с «ARDUINO» и обеспечивающий работу устройства по принципу «Интернета вещей» [рис.9].



Рисунок 9. Установка в сборе (виды спереди, сбоку, сзади)

### Электроника

В качестве микрокомпьютера выбрана плата WeMos D1 R1(ESP8266), которая совместима с «ARDUINO UNO» и имеет встроенный Wi-Fi, что обеспечивает ей простую интеграцию в сеть. [рис.10]. Для отладки работы электронного блока был собран предварительный макет, который после настройки был «переупакован» в корпус [рис.11].

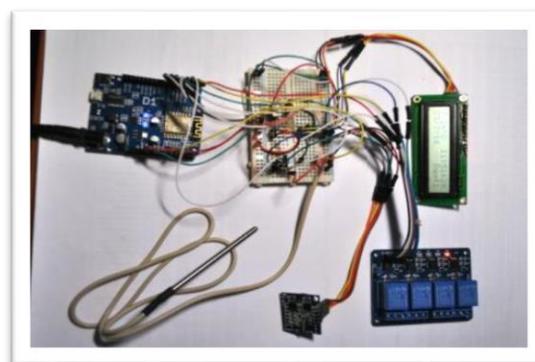
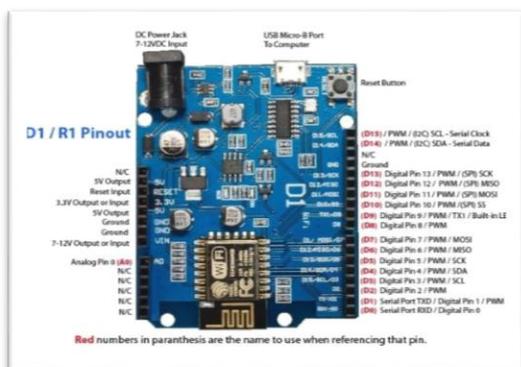


Рисунок 10. Плата WeMos D1 R1(ESP8266)

Рисунок 11. Макет электронного блока

Аналоговый датчик температуры жидкости подключен к порту A0. Цифровой датчик температуры воздуха (Dallas DS18B20) подключен к порту D5. Датчик освещенности на базе фоторезистора подключен к порту D7.

Исполнительные механизмы подключены через четырехканальный релейный модуль по следующей схеме:

нагрев жидкости – пин релейного модуля DN1 - пин компьютера D1(GPIO1),  
 фитосветильник – пин релейного модуля DN2 – пин компьютера D6(GPIO12),  
 насос жидкости - пин релейного модуля DN3 – пин компьютера D0(GPIO3),  
 насос воздуха - пин релейного модуля DN4 – пин компьютера D2 (GPIO16).

Так же в схему включен модуль часов реального времени и блок двухстрочного жидкокристаллического индикатора для отображения текущей информации. Оба эти устройства подключены по шине I2C к пинам D3(SCL) и D4(SDA) микрокомпьютера.

В качестве нагревателя для подогрева жидкости использован элемент пленочного графитового «теплого пола» REXANT RXM 305 220V 110W/m. Насос для прокачки жидкости – помпа омывателя стекла автомобиля ЭНЦ 2,5-12. Насос для подачи воздуха – аквариумная помпа.

Светильник изготовлен из 5 метров светодиодной ленты 12В LS670 «FERON», которая специально предназначена для выращивания растений. Источниками света в ней являются красные (665nm) и синие (460nm) светодиоды в соотношении 5:1. Мощность светильника составляет около 40 Ватт.

Для питания микрокомпьютера использован отдельный блок питания 12V 0,5А. Светодиодный светильник и водяной насос питаются от блока питания 12 V 5А, пленочный нагреватель и воздушный насос питаются от коммутируемых блоком реле розеток 220V.

Для обеспечения стабильной работы установки и предотвращения «сбоев» программы рекомендуется обеспечить ее стабильным электропитанием, например, через ИБП.

### Программирование

Для контроля и управления процессами установки применяются датчики, исполнительные механизмы и микрокомпьютер с программой. Для расширения возможностей оперативного управления применена технология «Интернет вещей» (IOT). Микрокомпьютер считывает данные с датчиков, пересылает их в «облачный» сервер, там они обрабатываются, и, в соответствии с программой сервера, выдаются команды исполнительным механизмам, которые пересылаются из «облачного» сервера обратно на микрокомпьютер. Микрокомпьютер, руководствуясь этими командами, управляет непосредственно исполнительными механизмами на установке [рис.12].



Рисунок 12. Структурная схема работы установки

Таким образом, для работы установки, нам необходимо запрограммировать ее в двух местах – на микрокомпьютере и сервере IOT. Для написания кода для микрокомпьютера используем стандартную оболочку «Arduino IDE» и язык C++.

В качестве управляющего внешнего сервера «Интернета вещей» (IOT) выбрана платформа Cayenne [4], так как она проста для использования и бесплатна. При ее настройке программируем все опрашиваемые датчики и исполнительные механизмы, задаем их визуальное отображение на экране компьютера, который через Интернет свяжется с сервером.

Следуя идее, что нужно создать наиболее комфортные условия для роста растений, на период их вегетации была задана следующая логика событий:

Насос воздуха работает непрерывно.

Насос жидкости включается каждый час на 5 мин, затем выключается. Во время его работы вместе с распылением жидкости из форсунок на корни растений работает и капельный полив.

Подогрев жидкости включается при температуре жидкости менее 22°C, выключается при температуре жидкости более 25°C.

Фитосвет включается ежедневно в 7-00, выключается в 21-00. Если в этот период времени датчик освещенности сигнализирует, что внешняя освещенность высокая и света достаточно, то фитосвет выключается; если освещенность недостаточная, то – включается.

Сервис IOT Cayenne позволяет легко удаленно управлять установкой, а также выводить графики показаний всех датчиков за любой период времени [рис.13].



Рисунок 13. Сервис IOT «Cayenne»

### Экономика

Финансовые затраты на изготовление установки сведены в таблицу [табл.1], из которой следует, что расходы составили 6740 рублей.

#### Финансовые затраты на изготовление установки

Наименование	Стоимость, руб.
Основание (фанера 10 мм)	50
Емкость (пластиковый пищевой контейнер)	190
Горшки под растения, 6 шт	60
Блок розеток 220В	200
Коробка электромонтажная 2 шт	120
Блок питания 12В 5 А	990
Пленочный нагреватель	60
Водяная помпа	130
Воздушный компрессор	600
Форсунки	60
Светодиодная лента 12В	1700
Блок питания 12В 0,5А	300

Датчик освещенности	20
Цифровой датчик температуры DS18B20	60
Аналоговый датчик температуры	80
Микрокомпьютер WeMos D1 R1	450
4x канальный релейный модуль	600
Модуль часов реального времени	120
ЖК дисплей	350
Клей	100
Пластиковые трубки, краны, фитинги	200
Прочее	300
Итого:	6740

Таблица 1. Финансовые затраты на изготовление установки

При эксплуатации установки так же существуют затраты на электроэнергию и удобрения. Учитывая малый объем раствора жидкости в установке, стоимостью удобрения можно пренебречь. При включенном светильнике установка потребляет около 50 Вт электроэнергии, таким образом, учитывая периодичность его выключения, за месяц энергопотребление составит около 25 кВт•ч, что при тарифе 4,61 руб./ кВт•ч составит 115 руб.

Таким образом, получаем, что при разовом финансовом вложении 6740 руб. и ежемесячном платеже 115 руб. мы имеем возможность получать овощи и зелень круглый год в любых жилищных условиях, так как установка занимает небольшое пространство. Вероятно, такая установка будет востребована и может заинтересовать собой малый бизнес в качестве стартапа.

### Эксперименты и исследования

Цель экспериментов и исследований – испытание изготовленной установки на возможность получить урожай с растений, которые в ней выращиваются, выявление возможных допустимых параметров создания искусственной среды.

Для успешного выращивания растений в созданной установке необходимо обеспечить им оптимальные физические условия, которые отличаются для разных видов растений, а также по мере их роста. Параметры, которые могут регулироваться на данной установке:

1. химический состав питательного раствора и его концентрация,
2. температура питательного раствора,
3. уровень питательного раствора,
4. частота капельного полива и увлажнения корней распылителями,
5. уровень освещенности (высота подъема светильника),
6. соотношение «дня» и ночи» - режим включения, выключения светильника,
7. насыщение кислородом раствора – режим работы воздушного насоса.

**В ходе эксплуатации установки были проведены следующие эксперименты:**

1. Поиск источника воды для приготовления питательного раствора путем замеров рН и электропроводности, результаты сведены в таблицу:

№	Наименование	рН	Электропроводность EC, мС/см
11	Бульбонная вода «Пилигрим»	7,7	0,9
22	Отстоявшаяся водопроводная вода	7,8	0,8
33	Водопроводная вода	7,8	0,9
44	Кипяченая водопроводная вода	8,7	1,1
55	Дистиллированная вода «из кондиционера»	7,2	0,1
66	Такая водопроводная вода из льда	8,5	0,6

Таблица 3. Результаты исследования «чистой» воды

**Микровывод:** для изготовления питательного раствора наиболее подходит вода, полученная путем дистилляции, так как у нее минимальное содержание солей и наиболее близкий показатель кислотности к оптимальному, по сравнению с остальными образцами.

2. Испытание по проращиванию несложных в уходе растений с помощью «обычных» огородных удобрений с самостоятельным добавлением необходимых химических элементов. В качестве растений были выбраны низкорослые сорта томатов «Пуговка», «Колибри», «Минибел», «Вершок»

и перцев сортов «Оранжевое чудо», «Бараний рог», «Огонек», для чего были приобретены и высеяны семена двумя способами: в почву и гидропонный субстрат на основе поролоновых кубиков и вспененного перлита [рис.14].

### Эксперименты



Рисунок 14. Семена экспериментальных растений

В качестве питательного раствора использовалось удобрение «Аква Агрикола Форвард» с формулой N:1,5 P:0,8 K:0,8 (азот, фосфор, калий). Посевы находились в комнатных условиях при температуре около 27°C.

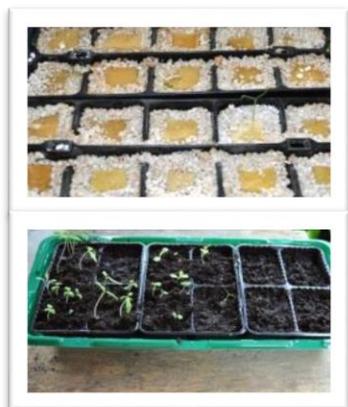


Рисунок 15. Фото всходов в субстрате и в почве

В результате эксперимента на 5 день после посева были получены всходы семян, причем, в почве они были гораздо качественнее, чем в искусственном субстрате [рис.15]. Томаты сорта «Колибри» и перец «Оранжевое чудо» вообще нигде не дали всходов.

Микровывод: «природная» среда гораздо проще для использования начинающими растениеводами, чем искусственная. Беспочвенная технология проращивания семян требует тщательного выбора субстрата и питательного раствора, в нашем случае, было ошибкой использование поролона, возможно, он угнетал растение какими-либо химическими выделениями. Кроме того, не все продаваемые семена качественные и вообще способны всходить.

#### 3. Испытание на способность роста растений в установке.

На 15 день после закладки семян была произведена высадка ростков томатов («Вершок», «Пуговка», «Минибел») и перцев («Огонек», «Бараний рог») в 6 горшков установки [рис.16].

Субстрат – керамзит, раствор – разбавленная водой смесь удобрений «РоССа», производителя «Селигер-Агро» с формулой N:6,5 P:11,5 K:12 (азот, фосфор, калий), причем концентрация подбиралась по измерению электропроводности ЕС и была доведена до ЕС= 1,0 mS/cm. Получившийся уровень кислотности раствора с pH = 8,1 был снижен до оптимального pH= 5,9 с помощью добавления в раствор азотной кислоты. Режим полива – капельный, воздушное орошение каждый час 5 мин, режим аэрации раствора – постоянный, режим освещения – 12/12 (12 часов свет, 12 часов – темнота).

В последующие дни производились наблюдения за прибавлением роста растений и развитием их корневой системы. Результаты замеров роста томата сорта «Пуговка» в течении срока наблюдений представлены в таблице:

Дата	10.07	20.07	05.08	15.08	25.08	05.09
Рост, см	0	3	9	17	32	47

Таблица 4. Изменение роста томата по времени роста

Рост томата «Пуговка» достиг 45 см и практически достиг предела размера растения, которое может быть размещен внутри установки [рис.17].

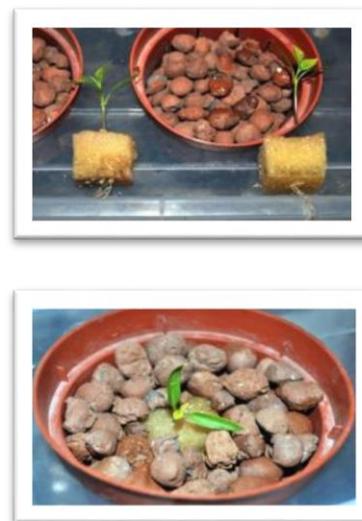


Рисунок 16. Фото саженцев в субстрате установки

На 45-й день после посева были замечены бутоны цветов у перца «Огонек», томатов «Вершок» и «Пуговка».



Рисунок 17. Фото установки с растениями на 55-й день после посева семян

Одновременно с растениями в установке наблюдались так же растения «контрольного образца», высаженные обычным способом, в закрытый грунт и поливаемые тем же питательным раствором. Эксперимент показал, что в установке рост происходит лучше.

Микровывод – на протяжении полутора установка доказала свою работоспособность и пригодность для вегетативного периода роста растений. Также, необходимо тщательно

подбирать сорта выращиваемых в ней растений для предотвращения их «перерастания» за ее пределы.

4. Эксперимент по получению съедобных плодов растений. На 85 день после посева (на 10 дней раньше заявленного срока производителем семян) были сорваны первые плоды томата «Пуговка» и оценены их вкусовые качества, которые оказались гораздо лучшими, чем у купленных томатов в торговой сети. Позже вызрели и плоды остальных растений, которые служили хорошей «прибавкой к столу» на протяжении 4х месяцев (ноябрь - февраль).

### Итоги и перспективы

В результате выполнения запланированной работы достигнуты следующие цели:

1. Изучена информация по современным беспочвенным технологиям выращивания растений, а также техническими решениями в этой области.
2. Спроектирована и изготовлена инновационная установка для «настольного» выращивания овощей и зелени с компьютерным точным управлением по технологии IoT.
3. Проведены испытания и ликвидированы мелкие недоработки и дефекты установки, проведены наблюдения за ее работой в течение полугода и эксперимент продолжается.
4. Проведены начальные биологические эксперименты по выращиванию томатов и перцев различных сортов в установке, получены доказательства ее пригодности для заявленных целей.
5. Приобретен бесценный опыт в области решения инженерно–конструкторских задач применением знаний различных наук – физики, химии, биологии, информатики.

Вывод: данный проект доказал возможность создания недорогой настольной установки для выращивания овощей аэро-гидропонным методом с компьютерным управлением по технологии IoT. Однако, для достижения оптимальных результатов требуется тщательный подбор режимов ее работы для каждого сорта растений.

Дальнейшее развитие проекта предполагается в двух направлениях:

1. Научно-исследовательское - нахождение оптимальных параметров среды для растений (периодичность освещения, автоматизация контроля питательного раствора с установкой электронных дозаторов).
2. Коммерческое - сделать стартап, найти деловых партнеров и внедрить установку в мелкосерийное производство для конечных потребителей.

Выполнению проекта помогли консультации с Кубанским государственным аграрным университетом в лице к.с.н Анны Николаевны Гнеуш, выражаем благодарность и надеемся на дальнейшее сотрудничество в его развитии. [6].

### Список источников и литературы:

6. Электронный ресурс: «ТАСС Информационное агентство России». <http://tass.ru/ekonomika/4547346>
7. Электронный ресурс: «Патентный поиск в РФ». <http://www.freepatent.ru/>
8. Электронный ресурс: «Про огород». <http://pro-ogorod.ru/pochva/ogorod-napodokonnike/128-obzor-gidropornykh-sistem-dlya-domashnego-primeneniya>

9. Электронный ресурс: Сайт платформы IoT Cayenne. <https://mydevices.com/>
10. Электронный ресурс. Сайт проекта:  
<https://cayenne.mydevices.com/shared/5c7133e281b1bf1f80a1b8fe>
11. Электронный ресурс: Сайт КУБГАУ  
<https://kubsau.ru/education/chairs/biotech/staff/10224/>

**Использование космических спутников  
для поддержания экологического баланса Земли  
на примере сохранения Беломорской популяции гренландских тюленей**  
(научно-исследовательский проект – победитель Всероссийского конкурса космической  
направленности «Бельки-2019», г. Сочи, «Сириус»/ 2019 г.)

Авторы исследования:  
**Вагин Александр**  
**Зайцев Тимофей**  
**Неделько Маргарита**  
обучающиеся МАУ ЦДО  
г. Славянск-на-Кубани

**Общая характеристика исследования**

**Актуальность исследования.** Космическая техника, в частности, искусственные спутники Земли традиционно считаются прерогативой государств, или мощных корпораций, и, их использование в небольших некоммерческих проектах кажется чем-то недостижимым. Однако, в связи с развитием информатизации общества, в последнее время значительно упростился доступ к получаемым с них данным, которые можно использовать для мониторинга поверхности Земли в самых разных целях.

Наша планета – общий дом для всех людей, поэтому важно сохранить его природное многообразие, и, для выявления различных очагов экологических проблем могут помочь методы дистанционного зондирования Земли.

По данным исследований ПИНРО [1] с 1998 по 2003 гг. Беломорская популяция тюленей была стабильна, однако с 2003 г. началось резкое сокращение, и количество новорожденных снизилось с 330 до 120 тыс. в 2008 году.

Среди основных причин, приведших к уменьшению численности:

- глобальные изменения климата, которые приводят к уменьшению ледовых полей пригодных для размножения тюленей;
- промысел тюленей;
- бесконтрольное прохождение судов в начале весны через места ценных залёжек тюленей (по оценкам экспертов, при прокладывании каждого ледового канала гибнут 500–1000 детёнышей).

Резкое сокращение численности детёнышей тюленей грозит полным исчезновением этого вида, что приведет к невозполнимому обеднению животного мира Арктики и непредсказуемым последствиям морской экосистемы.

Таким образом, есть основания утверждать, что имеется противоречие между необходимостью использования методов дистанционного зондирования Земли и недостаточностью их использования для реализации сохранения гренландских тюленей беломорской популяции. Данное противоречие определило **актуальность** проводимого исследования и его тему: **«Использование космических спутников для поддержания экологического баланса Земли на примере сохранения Беломорской популяции гренландских тюленей».**

**Объект исследования:** акватория Белого моря в зимний период и процесс сохранения популяции гренландских тюленей.

**Предмет исследования:** особенности и методы мониторинга с помощью искусственных

спутников Земли по спасению ценных залежек тюленей.



**Цель исследования:** разработать и обосновать методы решения задачи по спасению популяции гренландских тюленей от вымирания в акватории Белого моря, используя современные технические и информационные достижения: космические спутники (искусственные спутники Земли), инструменты АИС веб-информационной платформы «GeoMixer».

В основу исследования положена **гипотеза**. Если для сохранения численности популяции использовать результаты анализов спутниковых данных, то это приведет к:

- сохранению ценных залежек тюленей и экологическому природному балансу;
- возможным изменениям маршрутов судов в Белом море в зимний период по составленной карте на геопортале.

Исходя из сформулированных выше целей и гипотезы исследования, были определены следующие **задачи исследования:**

- изучить информацию о ледовом покрове Белого моря, типах морского льда, методах его распознавания с помощью искусственных спутников Земли;
- освоить работу с современными информационными инструментами на примере веб-информационной платформы «GeoMixer» (в дальнейшем – геопортал «Бельки-2019») [2];
- изучить информацию о жизненном цикле гренландских тюленей, критерии выбора мест для выведения потомства, определить эти области и нанести на карту геопортала;
- определить места залежек тюленей с помощью высокодетальной съемки поверхности Земли из космоса на геопортале;
- исследовать маршруты морских судов в зимний период в акватории Белого моря с помощью инструмента АИС и создать по ним карту на геопортале;
- оценить создаваемые людьми риски для залежек тюленей, выработать меры по их уменьшению.

Для решения поставленных задач использовались следующие **методы исследования:**

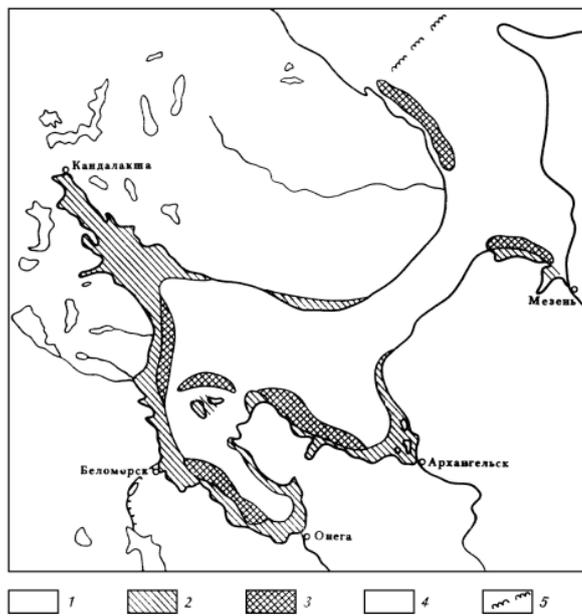
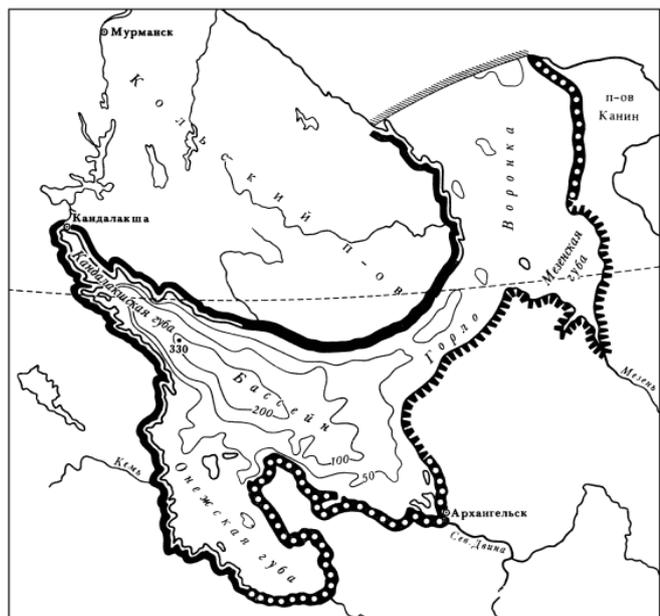
- изучение информационных источников и участие в тематических вебинарах, онлайн общении с экспертами;
- анализ спутниковых данных и создание по ним комплекса информационных моделей на геопортале;
- анализ и синтез полученных результатов, обобщение.

### **Ледовый покров Белого моря и использование космической съемки для его мониторинга**

**Основные климатические и физико-географические условия Белого моря.** Расположенное на северной окраине европейской части Евразии, Белое море занимает пространство между  $68^{\circ}40'$  и  $63^{\circ}48'$  с. ш., и  $32^{\circ}00'$  и  $44^{\circ}30'$  в. д. Оно относится к морям Северного Ледовитого океана, но это единственное из арктических морей, которое почти целиком лежит к югу от Полярного круга, за пределы этого круга выходят лишь самые северные районы моря.

Каждую зиму Белое море покрывается льдом, который полностью исчезает весной, поэтому оно относится к морям с сезонным ледяным покровом. Раньше всего (примерно в конце октября) лед появляется в устье Мезени, а позднее всего (в январе) у Терского берега Воронки и Горла. Лды Белого моря на 90% плавучие. Все море покрывается льдом, но это не сплошной покров, а постоянно дрейфующий лед, местами сгущенный, а местами разреженный под влиянием ветров и течений. Весьма существенная черта ледового режима Белого моря — постоянный вынос льда в Баренцево море. С ним связаны полыньи, постоянно образующиеся среди зимы, которые быстро затягиваются молодым льдом. Как правило, плавучий лед имеет толщину 35—40 см, но в суровые зимы может достигать 135 и даже 150 см. Припай в Белом море

занимает очень маленькую площадь. Ширина его не превышает 1 км. Раньше всего (в конце марта) льды исчезают в Воронке. К концу мая обычно все море освобождается ото льдов, но иногда полное очищение моря происходит только в середине июня. [4]



Карта-схема Белого моря. [4]

Ледяной покров в Белом море зимой [4]:

1- дрейфующие льды; 2 - припай; 3 - полынья; 4- чистая вода; 5 - граница плавучих льдов

Таким образом, можно сделать вывод, что ледовая обстановка в Белом море характеризуется большой изменчивостью, в нем отсутствует многолетний лед, припай занимает очень маленькую площадь.

**Ледовая терминология.** Так как понятие морского льда исторически тесно связано с мореплаванием, а оно развивалось у разных народов в разные исторические периоды, то образовалась различная терминология, связанная с этнически-культурным наследием. Соответственно, с развитием международных отношений, потребовалось ввести общую терминологию. Одна из попыток представлена в источнике [5], где терминология была подготовлена с учетом особых требований «морских» потребителей и поэтому содержит понятия, относящиеся к морскому льду и льду материкового происхождения, наблюдающемуся в море.

Изучив данный источник, также проведя поиск в Интернете, можно сделать вывод, что однозначного определения термина «становление ледового покрова», судя по всему, не существует. Словари определяют «Ледяной покров» как сплошной неподвижный лед на поверхности водного объекта [6], сплошные или прерывистые ледяные поля на поверхности моря, реки, озера [7].

Как уже отмечалось выше, лед в Белом море никогда не «стоит», он все время подвижен и представлен различными типами (начальные виды льда, молодой лед, однолетний лед), поэтому, будем считать, что «установление ледяного покрова» наступает в момент полного покрытия поверхности моря любыми типами льда, в том числе и подвижными.

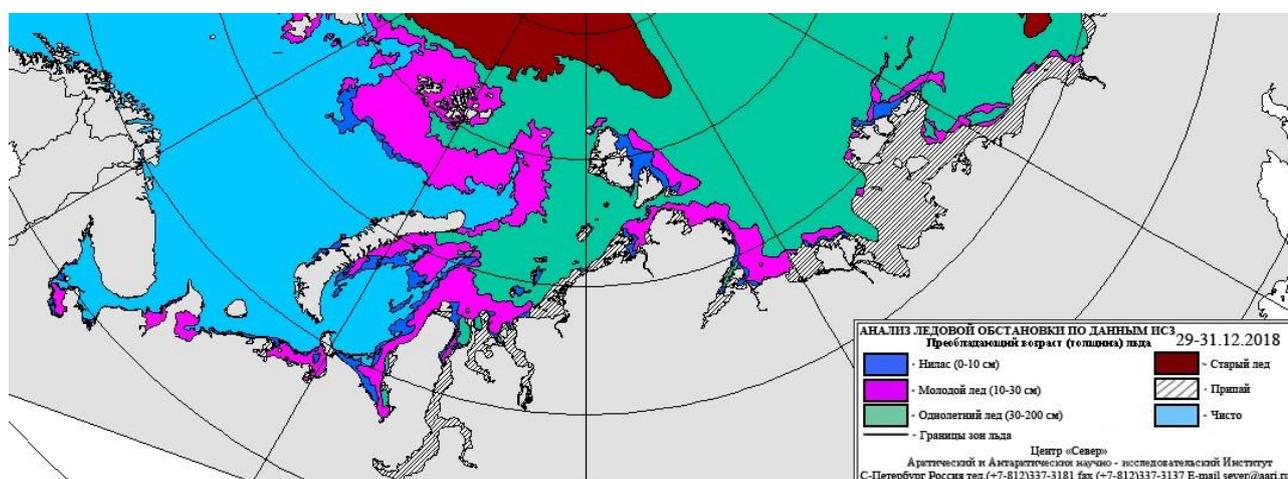
**Определение даты становления льда по геопорталам.** В настоящее время для мониторинга ледовой обстановки в ледовитых морях используются комплексные методы, включающие в себя дистанционное зондирование со спутников, мониторинг авиацией, получение данных с наземных гидрометеорологических станций. Особая роль принадлежит данным дистанционного зондирования Земли. Использование методов дистанционного зондирования является особенно актуальным для России, обладающей обширными и труднодоступными акваториями с суровым климатом, в условиях сокращения наземной сети гидрометеорологических станций и объемов авиационных наблюдений.

В последнее двадцатилетие в России картирование ледовой обстановки осуществлялось на основе данных отечественных ИСЗ серий «Океан», «Ресурс», «Метеор» и зарубежных —

TERRA, AQUA и спутников серии NOAA (США). Широкое распространение при картировании ледовой обстановки в полярных регионах Земли имеют данные спектрометра AVHRR, получаемые с ИСЗ NOAA. [8]

Суммарные данные обрабатываются и оперативно размещаются на геопорталах, некоторые из них в открытом доступе. Для решения поставленной задачи (определить время становления льда на акватории Белого моря в период не менее 5 последовательных лет) были предприняты попытки применить порталы: NASA [9], USGS [10], G-PORTAL [11], но наиболее удобной и доступной оказалась информация на портале государственного научного центра «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ААРИ) [12]. На нем была обнаружена информация о состоянии ледового покрова Белого моря за последние 20 лет.

Информация представлена в виде интерактивной карты, на которой представлены обобщенные карты ледовой обстановки Северного Ледовитого Океана. Масштаб твердой копии соответствует 1:10000000. В летний период (1.06-30.09) карты отражают распределение льда по обобщенным градам сплоченности 1-6 и 7-10 баллов, в зимний период (1.11-31.05) - распределение льда по обобщенным градам возраста (толщины льда) - молодые, однолетние и старые. Сбор (осреднение) информации выполняется за 2-5-ти суточный период. Обновление карты выполняется в четверг каждой недели. Карты составляются по данным ИСЗ (видимый, ИК-диапазоны, радарные снимки), судов и полярных станций.



Ледовая карта Белого моря 29-31.12.2018 [12]

Исходя из этих данных, была собрана статистика по ледовой обстановке в Белом море за последние 10 лет по трем параметрам: даты появления льда, 80% покрытия акватории льдом и 100% покрытия акватории льдом. Данные сведены в таблицу 1:

	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
нилас	31.дек	24.дек	23.ноя	22.ноя	27.ноя	03.дек	18.ноя	10.ноя	29.ноя	21.ноя	27.ноя
почти лёд	20.фев	28.янв	28.дек	31.янв	25.дек	21.янв	13.янв	12.янв	07.фев	30.янв	
полный лёд	27.фев	04.фев	04.янв	07.фев	31.дек	04.фев	27.янв	26.янв	02.фев	06.фев	

Таблица 1. Данные о состоянии льда в Белом море 2008-2018 гг

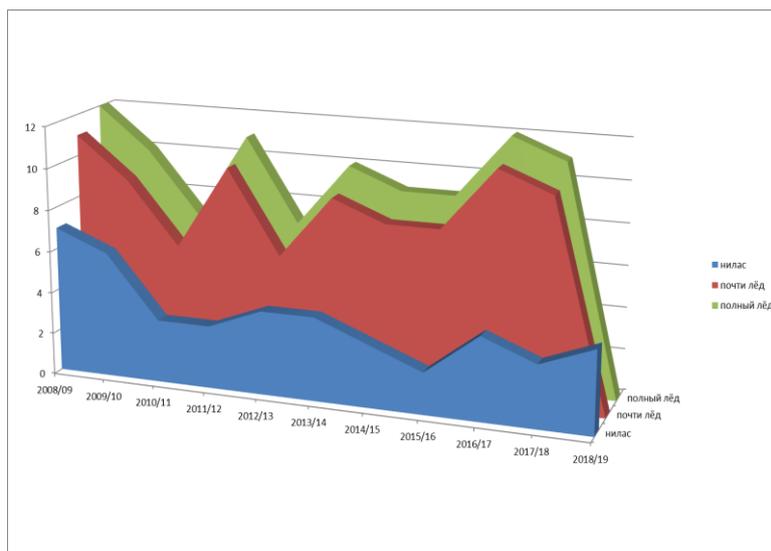
Преобразовав даты в числа, соответствующие декадам (10 дневный срок) (см. табл.2), начиная с 1 ноября, можно получить визуализацию распределения становления льда по сезонам за последние 10 лет (график зеленого цвета) :

	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12	2012/13	2013/14	2014/15	2015/16	2016/17	2017/18	2018/19
нилас	7	6	3	3	4	4	3	2	4	3	4
почти лёд	11	9	6	10	6	9	8	8	11	10	
полный лёд	12	10	7	11	7	10	9	9	12	11	

Таблица 2. Преобразованные данные о состоянии льда.

По этому графику видно, что в среднем за 10 лет акватория Белого моря покрывалась

целиком льдом к 9-10 декаде после начала ноября, что соответствует датам 20-30 января. Если произвести точный расчет, то, найдя среднеарифметическое по декадам, получим 9,8, что соответствует датам 1-10 февраля.



Состояние ледового покрова в Белом море в 2008-2018 гг.

В процессе выполнения этой задачи была изучена информация о Белом море, морском льде и дистанционных методах мониторинга поверхности Земли, так же получены практические навыки работы с геопорталами и обработкой данных, дано определение термину «дата становления льда» и получена средняя дата покрытия льдом моря за последние 10 лет.

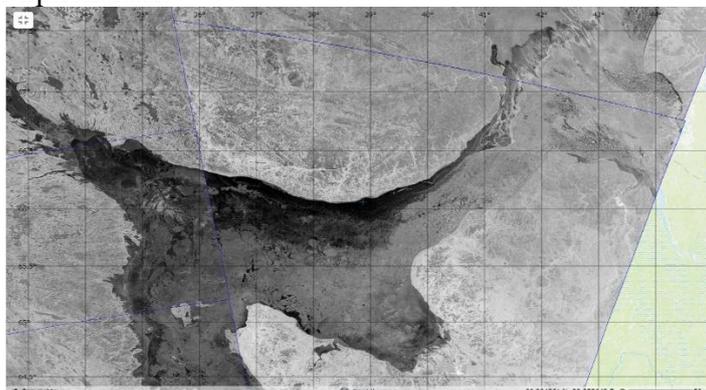
### **Создание карты-схемы ледовой обстановки на основе радиолокационного космического снимка и определение мест возможных залежек тюленей.**

С помощью методов дистанционного зондирования Земли можно получить следующие данные о состоянии ледяного покрова:

- Сплоченность ледяного покрова.
- Положение кромки льдов.
- Тип и возраст льдов, составляющих ледяной покров.
- Толщину ледяного покрова.
- Картину дрейфа (перемещения) льдов.
- Температуру поверхности ледяного покрова.

Причем, большинство этих данных (кроме температуры) можно прямо или косвенно получить, используя радиолокационные космические снимки, например, с космического аппарата Sentinel-1.

Льды, встречающиеся в море, классифицируются по происхождению, видам, формам, подвижности и другим признакам.



Снимок в радиодиапазоне Sentinel-1 от 04.03.18, район Белого моря  
sceneid: S1A\_EW\_GRDM\_1SDH\_20180304T035853\_1 [2]

В зависимости от стадии развития морские льды делятся на ряд видов и форм:

- Начальные виды льда – *ледяные иглы*, *ледяное сало* и *шуга*. При дальнейшем охлаждении ледяное сало превращается в *нилас* – лёд толщиной 5-10 см.

- Молодой лед - молодые серые (толщина 10-15 см) и серо-белые (толщина 15-30 см) льды. Из начальных видов льда при незначительном волнении, а также в результате разрушения полей *ниласа* и серого льда, образуется *блинчатый лёд*.

- Однолетний лед - *Белый лёд* (толщина 30-70 см) в неарктических морях (Белом море) – это предельная возрастная стадия. Нерастаявший за лето лёд превращается в двухлетний (толщина более 120-150 см), а лёд, просуществовавший более двух лет, называется многолетним или арктическим *наком*, он имеет толщину более 2 м (в Белом море не встречается).

По подвижности морские льды делятся на *припай* (сплошной ледяной покров, связанный с берегом или мелководными участками дна) и *плавучий (дрейфующий) лед*, который движется под действием ветра и течения. Плавучие льды различаются по форме и размерам, по возрасту, сплоченности и др. признакам. Среди дрейфующих льдов попадают айсберги и ледяные острова – крупные образования материкового льда.

Однолетний лёд обычно покрыт снегом. Поля белого льда, возникшего в спокойных условиях, имеют значительные размеры (3-10 км) и угловатую или округлую форму. Более толстые белые льды обычно покрыты трещинами и грядами торосов. В зависимости от динамики района, однолетний лёд может представлять собой поля смёрзшихся льдин размером от 1-2 до 10-15 км. В весенний период и в периоды оттепелей в слое снега появляется свободная вода, кроме того, периодические процессы таяния и замерзания приводят к метаморфизации снега и образованию в его толще кристаллов льда. В результате этого физические и соответственно рассеивающие свойства морских льдов весьма разнообразны и значительно меняются во времени и от места к месту.

Морской лёд представляет собой весьма динамичную природную среду. Одновременно существует множество видов льда, имеющих различную историю развития. При росте и разрушении морского льда условия на его поверхности и толще постоянно меняются, что в основном предопределяет разнообразие шероховатости его поверхности и внутреннего строения. Существенный вклад в это разнообразие вносят пространственно-временные вариации характеристик снежного покрова.

Различные по своим параметрам льды имеют различные радиофизические характеристики, динамический диапазон рассеянных сигналов от морских льдов может составлять 20-40 дБ. Основными характеристиками морских льдов, которые необходимы для решения практических задач, являются их сплочённость, положение кромки льдов (дрейфующих или припайных), дрейф (направление и скорость), возраст (толщина льдов) и ряд других второстепенных параметров (торосистость, наслоенность, разрушенность и т.п.). Ряд из них, такие как сплочённость, положение кромки и дрейф льдов достаточно легко определить, используя данные съёмки в радиодиапазоне. [13]



Классификация морских льдов по радиолокационным космическим снимкам [14].

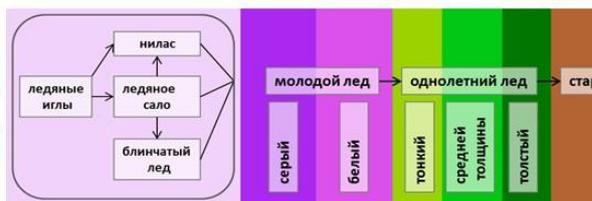
Таким образом, прорисовывая видимые контуры различных по яркости и фактуре областей на изображении, полученном со спутника, можно создать ледовую карту с различными типами льда. Так как видов льда насчитывается более 15, а данные, полученные только с помощью съемки в радиодиапазоне недостаточны для точной идентификации, упростим классификацию льда, сведя ее к четырем типам (начальный лед, молодой лед, однолетний лед и припай). При этом будем использовать цветовые обозначения согласно международным стандартам цветовой маркировки ВМО:

- Чистая вода – белый (255-255-255),
- Начальный лед – светло-фиолетовый (240-210-250),
- Молодой лед – фиолетовый (170-040-240),
- Однолетний лед – желтый (255-255-0),
- Припай – серый (150-150-150).

## Оформление ледовых карт

### Классификация морского льда по возрастным характеристикам

Цвет		Цвет RGB	Общая концентрация	Английская версия названия
Альтернативный	Основной			
		255-255-255	чистая вода	ice free
		150-200-255	отдельные льдины (<1/10)	<1/10 ice of unspecified SoD (open)
		240-210-250	начальные виды льдов	new ice
		255-175-255	темный нилас	dark nilas
		255-100-255	светлый нилас	light nilas
		170-040-240	молодой лед	young ice
		135-060-215	серый лед	grey ice
		220-080-235	серо-белый лед	grey-white ice
		255-255-000	однолетний лед (ОЛ)	first-year ice (FY)
		150-210-000	тонкий ОЛ/белый лед	FY thin ice (white ice)
		215-250-130	тонкий ОЛ/белый лед первой стадии	FY thin ice (white ice) first stage
		175-250-000	тонкий ОЛ/белый лед второй стадии	FY thin ice (white ice) second stage
		000-200-020	ОЛ средней толщины	FY medium ice
		000-120-000	толстый ОЛ	FY thick ice
		180-100-050	старый лед	old ice
		255-120-010	двухлетний лед	second-year ice
		200-000-000	многолетний лед	multi-year ice



!В обобщенном типе «начальные виды льдов» включаются ниласовые льда, окраска идет по коду RGB 240-210-250!

#### Обобщенная классификация для задания:

Тип льда
Чистая вода
Начальные виды льдов
Молодой лед
Однолетний лед

### Оформление ледовых карт [14]

### 3.2 Создание атрибутивной таблицы с данными о льде в Белом море.

На основе вышеизложенного, по снимку:

**sceneid:** S1A\_EW\_GRDM\_1SDH\_20180304T035853\_1

**platform:** Sentinel-1A

**acqdate:** 2018.03.04

**acqtime:** 03:58:53

**mode:** EW

**resolution:** 40

**polar:** DH

**esa\_product\_id:** 38a2fb3a-bb59-4b8d-992a-8c01e27aef76

на геопортале «Бельки-2019» были созданы объекты (типы льдов), данные о которых сведены в атрибутивную таблицу, в которой около 80 записей. Целиком таблица представлена на геопортале [2].

Характеристики льда описываются по трем признакам:

- тип льда
- концентрация (сплоченность)
- форма льда.

В процессе работы наиболее сложным в определении оказался именно третий параметр – форма льда, так как разрешения снимка недостаточно для достоверной идентификации. Наиболее просто оказалось определить сплоченность льдов, при этом использовалась схема [14]:

Таблица атрибутов слоя Ледовая\_карта\_04.03.2018

Найти объекты Обновить объекты Добавить объекты Изменить колонки

Выделить все на странице [Показывать колонки](#)

	gmx_id	тип льда	концентрация	форма льда
<input type="checkbox"/>	1	начальный лед	8/10	поля тонкого льда от 500 м
<input type="checkbox"/>	3	начальный лед	8-10	поля тонкого льда
<input type="checkbox"/>	4	начальный лед	8-10	поля
<input type="checkbox"/>	5	чистая вода	-	-
<input type="checkbox"/>	6	припай	10	сплошной
<input type="checkbox"/>	7	припай	10	обломки ледяных полей 100-500м
<input type="checkbox"/>	8	однолетний лед	9	обломки ледяных полей 100-500м
<input type="checkbox"/>	9	молодой лед	10	большие поля 500-200м
<input type="checkbox"/>	11	начальный лед	8-10	нилас
<input type="checkbox"/>	12	начальный лед	10	нилас
<input type="checkbox"/>	13	начальный лед	10	нилас
<input type="checkbox"/>	14	припай	10	обломки ледяных полей 500-1000м
<input type="checkbox"/>	15	однолетний лед	8-10	обломки ледяных полей 100-500м
<input type="checkbox"/>	16	молодой лед	10	обломки ледяных полей 100-500м
<input type="checkbox"/>	17	молодой лед	10	обломки ледяных полей 100-500м
<input type="checkbox"/>	18	припай	10	обломки ледяных полей 100-500м
<input type="checkbox"/>	19	молодой лед	8	обломки ледяных полей 300-1000 м
<input type="checkbox"/>	20	начальный лед	8	большие поля 1000-2000м
<input type="checkbox"/>	21	чистая вода	1	-
<input type="checkbox"/>	23	молодой лед	10	крупнобитный лед 20-100м

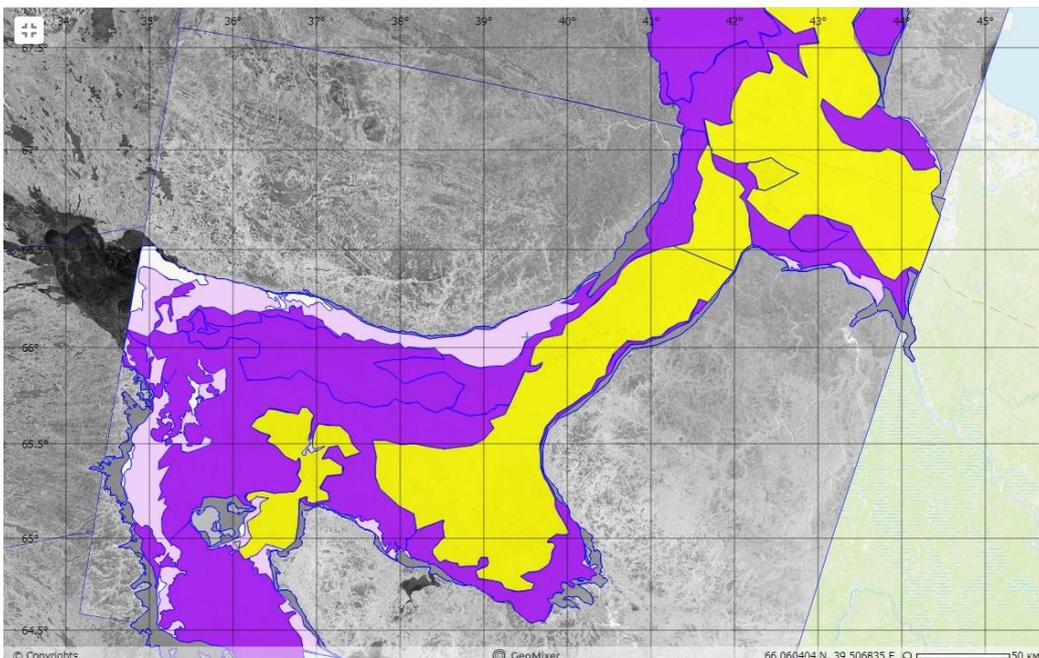
Атрибутивная таблица типов льдов

### Определение сплоченности (концентрации) морского льда

	0/10		5/10
	меньше <sup>1</sup> /10		6/10
	1/10		7/10
	2/10		8/10
	3/10		9/10
	4/10		9+/10
			10/10

Сплоченность льда

В результате вышеописанных действий на геопортале была создана карта-схема состояния ледового покрова на Белом море на 04.03.2018.



Карта-схема ледового покрова Белого моря 04.03.2018 [2]

- Чистая вода – белый (255-355-255).
- Начальный лед – светло-фиолетовый (240-210-250).
- Молодой лед – фиолетовый (170-040-240).
- Однолетний лед – желтый (255-255-0).
- Припай – серый (150-150-150).

При выборе каждого нарисованного объекта отображается тип льда, его сплоченность и форма.

### Пояснительная записка о ледовой обстановке

В Кандалакшском заливе у побережья припай, толщиной 50-60 см, за припаем на юге и востоке лед начальных видов и нилас, на подходах и в центральной части моря преобладает тонкий однолетний и серо-белый дрейфующий лед.

На подходах к Онежскому заливу вдоль Карельского берега местами полыньи, покрытые льдом начальных видов и ниласом, в Онежском заливе у побережья припай, толщиной 45-55 см, за припаем тонкий однолетний и серо-белый дрейфующий лед.

В Двинском заливе на юге припай, за припаем тонкий однолетний и серо-белый дрейфующий лед.

В «Горле» моря вдоль Зимнего берега и в центральной части тонкий однолетний дрейфующий лед и серо-белый, вдоль Терского – полынья, покрытая льдом начальных видов и ниласом.

В Мезенском заливе на востоке и юге – тонкий однолетний и серо-белый дрейфующий лед, западнее – серо-белый и серый дрейфующий лед, у Канинского побережья полыньи, покрытые ниласом и серым дрейфующим льдом.

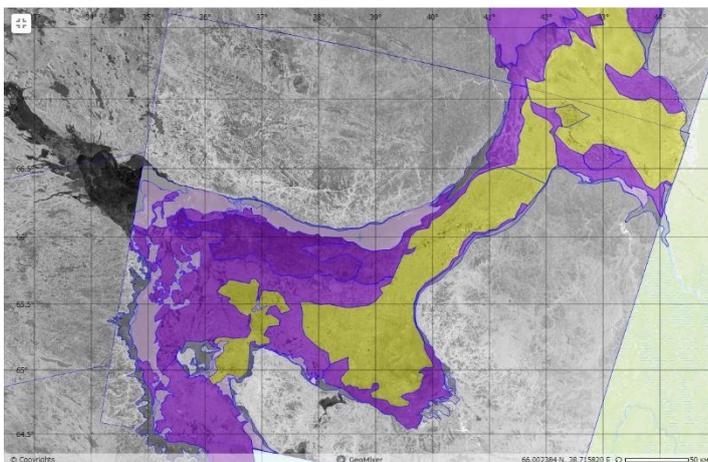
В «Воронке» моря на востоке серо-белый и тонкий однолетний дрейфующий лед, в центральной части серый и серо-белый лед, на северо-западе преобладает чистая вода.

Для ориентации в географических названиях использована географическая карта Белого моря [15].

Сделать данные выводы позволил режим отображения полупрозрачных слоев на геопортале, где сквозь слой созданной карты ледовой обстановки виден также снимок со спутника [2].



Географическая карта Белого моря



Для определения возможных мест залежек гренландских тюленей будем использовать следующие соображения:

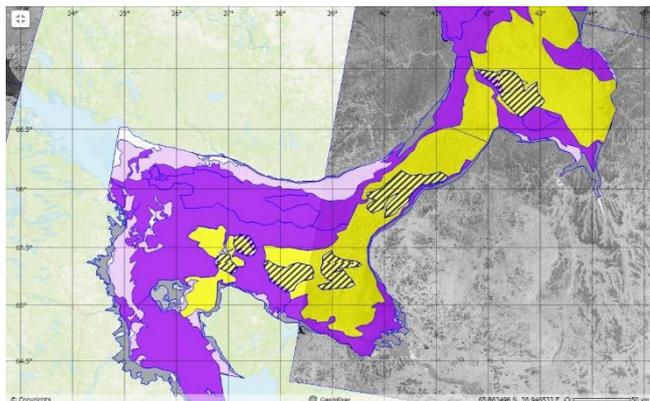
- Тюлени располагаются на льду достаточной толщины и имеющем достаточно естественных укрытий - торосы, нагромождения льда. Этими свойствами обладает однолетний лед, на карте он обозначен желтым цветом. На снимке нагромождения льда отображаются яркими белыми структурами.

Карта-схема ледового покрова в режиме полупрозрачности

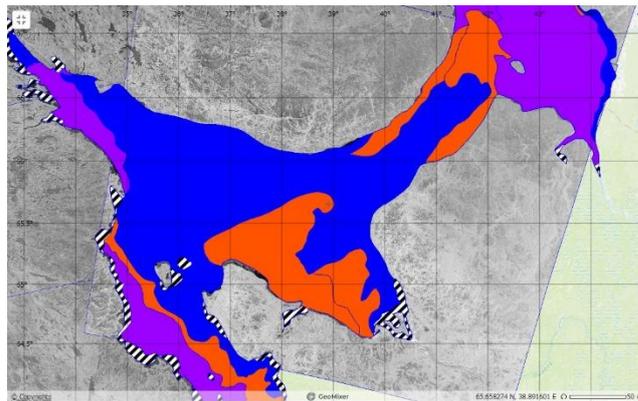
- В местах возможных залежек должны присутствовать полыньи, трещины с открытой водой, либо включения начальных форм льда для того, чтобы тюлени могли питаться. На снимке они отображаются черным цветом.
- Возможные места залежек должны быть достаточно удалены от берега, чтобы тюленей не тревожили береговые хищники.

Исходя из вышеизложенного, на карте были обозначены косой штриховкой зоны возможным мест залежек. На геопортале [2] эти зоны нанесены на отдельный слой.

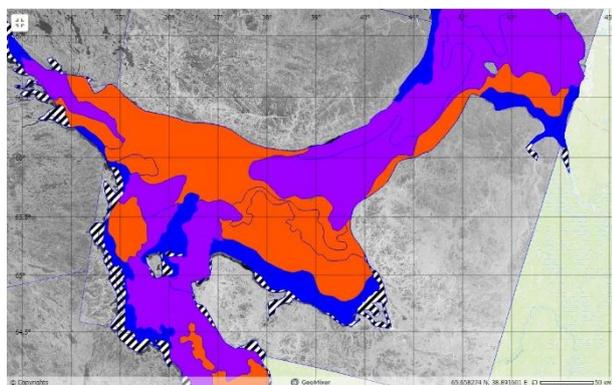
Кроме того, была предпринята попытка отследить историю этих зон с периода времени начала образования льда этого зимнего сезона. Для этого были использованы карты ледовой обстановки ААНИИ, расположенные на портале от 05.02.2018, 12.02.2018 и 20.02.2018., из которых видно, что лед в отмеченных нами областях наиболее соответствовал условиям образования залежек.



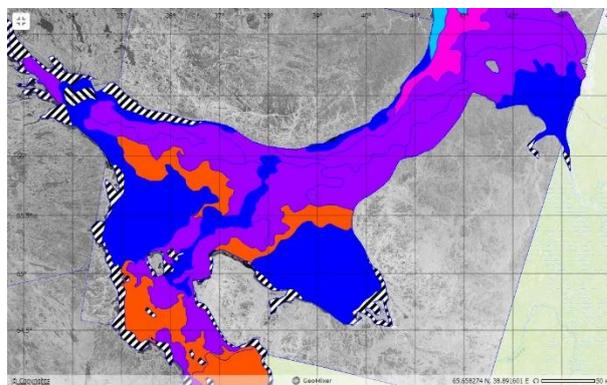
Ледовая карта 05.02.2018



Вероятные места залежек тюленей



Ледовая карта 12.02.2018



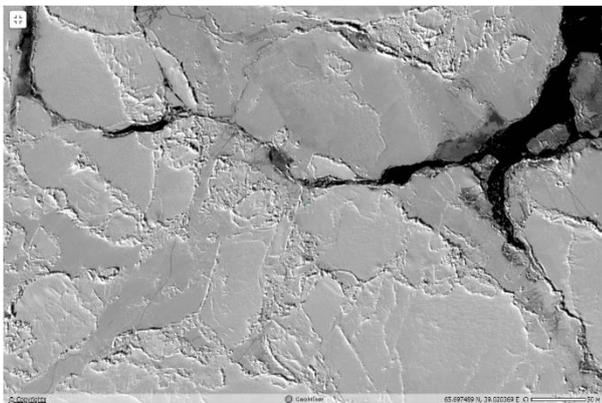
Ледовая карта 20.02.2018

В процессе выполнения этой задачи был освоен навык создания ледовых карт по космическим снимкам с помощью геопортала, изучена информация о типах льда, сплоченности (концентрации) и форме льда. Также, сформулированы критерии поиска возможных мест залежек гренландских тюленей и выполнена работа по их определению.

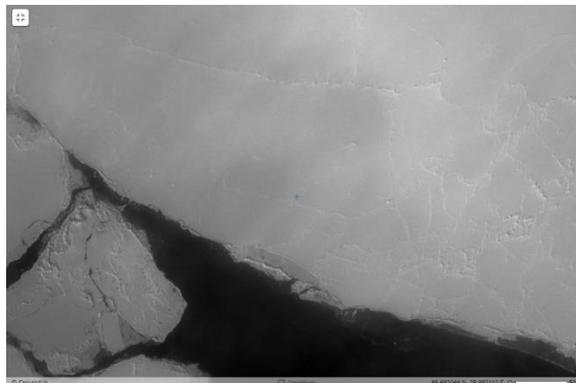
### **Использование высокодетальной оптической космической съемки для определения районов залежек гренландских тюленей на льду Белого моря**

**Выбор снимка высокодетальной космической съемки.** На геопортале «Бельки-2019» [2] высокодетальные космические снимки в оптическом диапазоне представлены спутниками Kompsat-2, Planet, Канопус-В, Ресурс-П, Аист-2Д, GF-2, EROS-B. По условиям задания, среди размещенных на портале снимков EROS-B необходимо выбрать один лучший за 2013 год и обработать его. Было обнаружено всего 2 снимка - SCN1-e2383421EROS B 2013-03-24 и SCN1-e2383571EROS B 2013-03-25. После детального изучения обоих снимков был выбран второй - SCN1-e2383571EROS B от 25 марта 2013г., так как на нем более четкое изображение и лучше просматриваются детали. На снимке от 24 марта, наоборот, поверхность ледового покрова покрыта контрастными светлыми пятнами, вероятно, из-за «рваной» облачности, или тумана.

Хотя, необходимо заметить, что следы тюленей и сами тюлени легко обнаруживаются на обоих снимках.



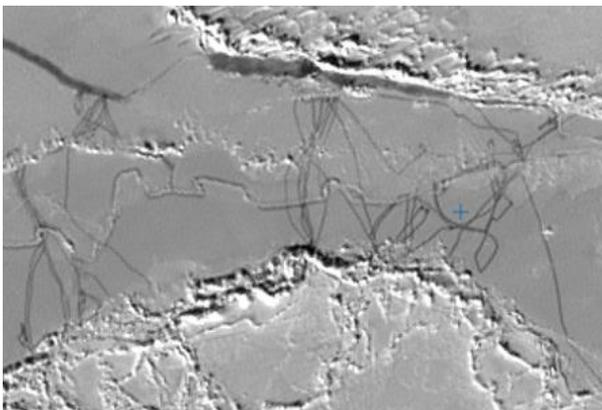
Снимок в оптическом диапазоне EROS-B от 25.03.13, район Белого моря  
sceneid: SCN1-e2383571EROS B 2013-03-25 [2]



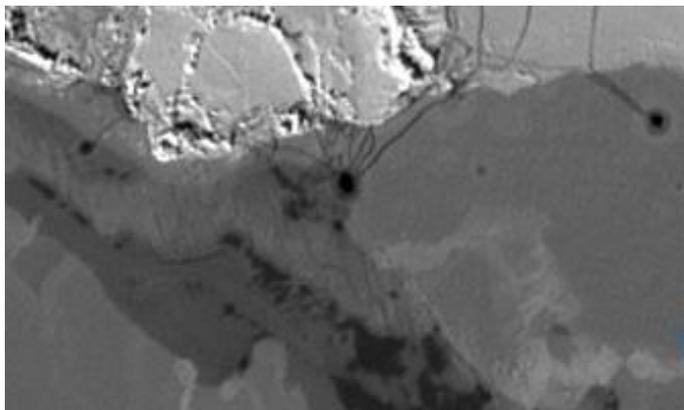
Снимок в оптическом диапазоне EROS-B от 24.03.13, район Белого моря sceneid: SCN1-e2383421EROS B 2013-03-24 [2]

**Обнаружение залежек гренландских тюленей.** Визуальное обнаружение залежек тюленей на спутниковом снимке было произведено по трем признакам:

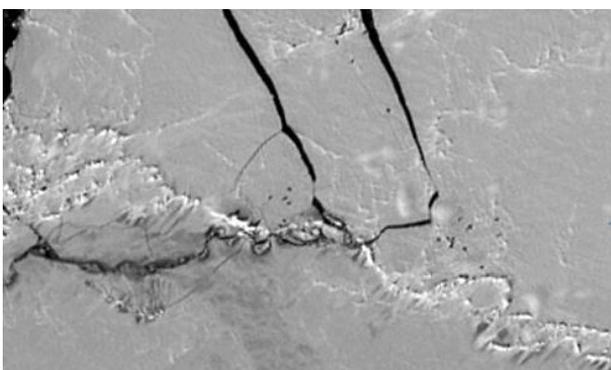
- Характерные «дорожки», оставляемые животными на снежном покрове льда.
- Полыньи с лучевидными следами.
- Контрастные черные точки размером 2-3 пикселя при масштабе карты 50 м на геопортале, расположенные характерными группами (световая тень от тюленей).



Тюленьи «дорожки». Снимок EROS-B  
sceneid: SCN1-e2383571EROS B 2013-03-25 [2]



Полыньи со следами тюленей. Снимок EROS-B  
sceneid: SCN1-e2383571EROS B 2013-03-25 [2]



Группы тюленей. Снимок EROS-B  
sceneid: SCN1-e2383571EROS B 2013-03-25 [2]

В результате на геопортале был создан векторный слой «Залежки тюленей март 2013», на котором были нанесены области с признаками присутствия тюленей различными цветами:

- Фиолетовая штриховка – «дорожки»;
- Зеленый – полыньи;
- Красный – группы тюленей.

Всего на карту было нанесено около 280 объектов, занимающих различную площадь, которые указывают на залежки тюленей.

Анализируя распределение зон залежек, можно сказать, что они располагаются вдоль границ льдин, преимущественно вдоль трещин, недалеко от воды примерно равномерно по всей карте. Возле «большой» открытой воды следов присутствия почти не наблюдается.

Ввиду ограниченного объема данной работы, не представляется возможным предоставить

скриншот и точные координаты каждой залежки, поэтому укажем лишь некоторые из них:

- Область с координатами 65,589 град север. широты 38,943 град вост. долготы – полыньи, «дорожки» (см рис 1);
- Область с координатами 65,634 град север. широты 38,929 град вост. долготы – полыньи, «дорожки», большая группа тюленей (см рис 2);
- Область с координатами 65,603 град север. широты 38,869 град вост. долготы – полыньи, «дорожки» (см рис 3);
- Область с координатами 65,665 град север. широты 39,009 град вост. долготы – полыньи, «дорожки», группа тюленей (см рис 27);
- Область с координатами 65,694 град север. широты 38,951 град вост. долготы – полыньи, «дорожки», большая группа тюленей (см рис 28);
- Область с координатами 65,735 град север. широты 39,066 град вост. долготы – полыньи, «дорожки», большая группа тюленей (см рис 29).

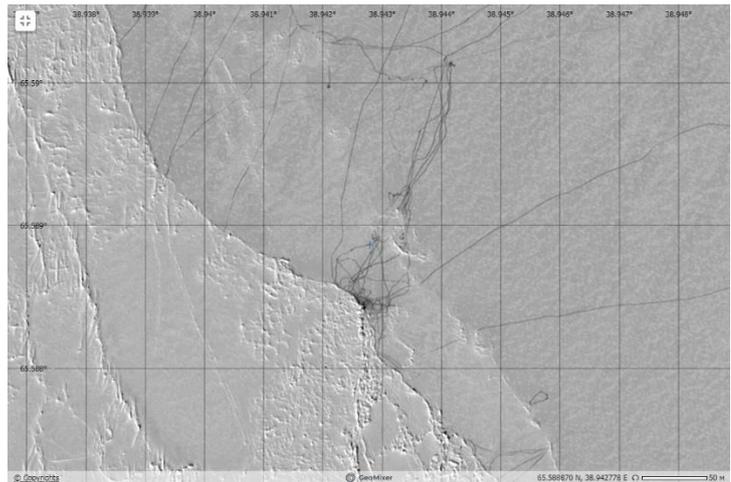
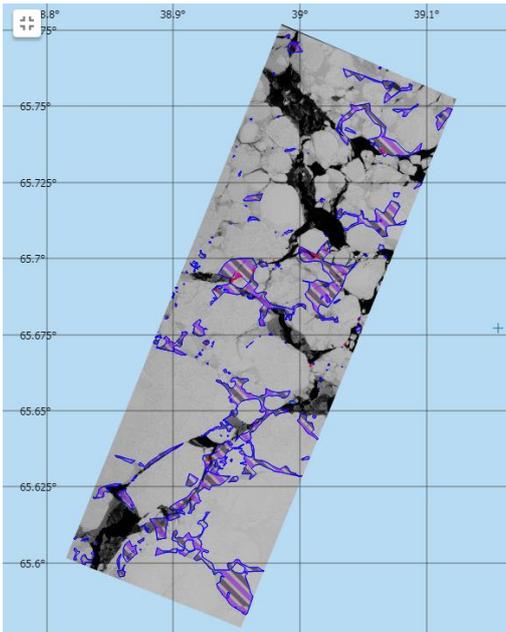


Рис. 1 Область залежек тюленей по снимку EROS-B  
sceneid: SCN1-e2383571EROS В 2013-03-25 [2]

Карта залежек тюленей по снимку EROS-B  
sceneid: SCN1-e2383571EROS В 2013-03-25 [2]

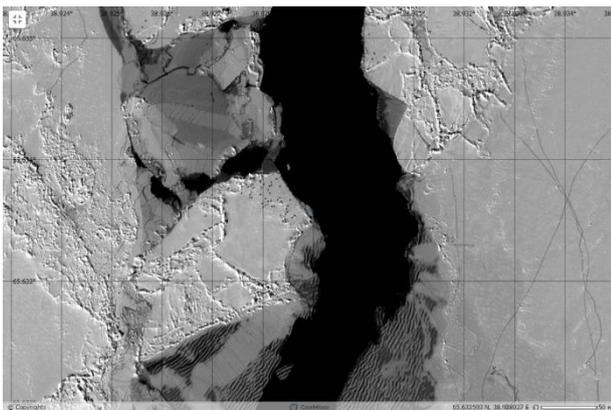


Рис. 2. Область залежек тюленей по снимку EROS-B  
снимку EROS-B sceneid:  
SCN1-e2383571EROS В 2013-03-25 [2]

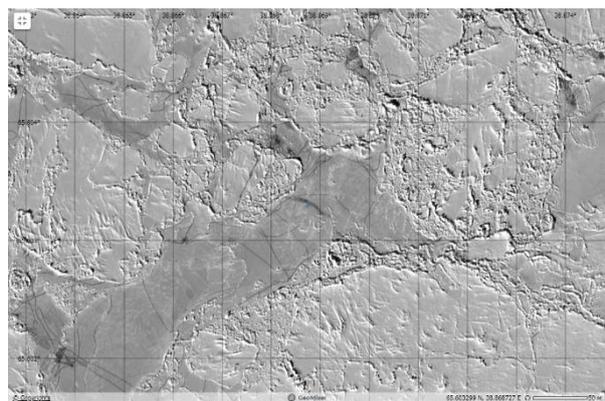


Рис. 3. Область залежек тюленей по  
снимку EROS-B sceneid:  
SCN1-e2383571EROS В 2013-03-  
25 [2]

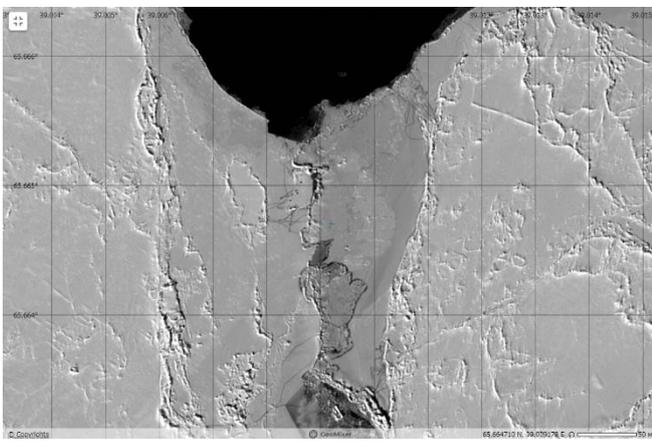


Рис. 4. Область залежек тюленей по снимку EROS-B sceneid: SCN1-e2383571EROS B 2013-03-25 [2]

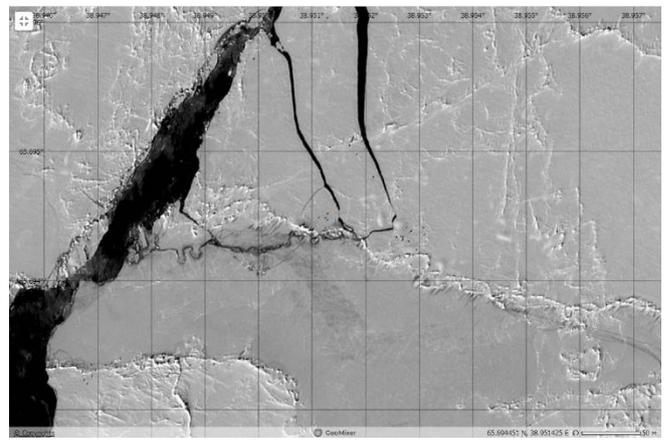


Рис. 5. Область залежек тюленей по снимку EROS-B sceneid: SCN1-e2383571EROS B 2013-03-25 [2]

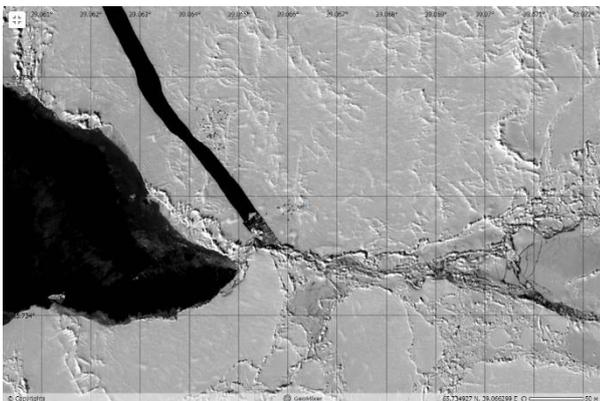


Рис. 6. Область залежек тюленей по снимку EROS-B sceneid: SCN1-e2383571EROS B 2013-03-25 [2]

**Основные маршруты судов в Белом море в зимний период.** Для исследования траекторий маршрутов судов в Белом море использовались данные АИС, которые отражаются на геопортале [2]. Для этого был создан слой «Маршруты судов», на котором были построены траектории маршрутов судов за различные годы:

- январь 2019 г (красный цвет) (см рис 7);
- январь 2018 г (желтый цвет) (см рис 8);
- март-май 2013 г (фиолетовый цвет) (см рис 9).

рис 9).

Всего на карту маршрутов было нанесено около 90 траекторий судов. Анализируя эти данные, можно сказать, что основные маршруты судов связывают Архангельск и Баренцево море, проходя через Двинский залив, Горло и Воронку, причем Горло суда пересекают по диагонали, а Двинский залив и Воронку, как правило, вдоль берегов.

Второй по популярности маршрут – между Кандалакшей и Баренцевым морем, причем он проходит у северного берега Белого моря. Так же заметен маршрут, связывающий Северодвинск и Баренцево море, он практически совпадает с Архангельским маршрутом. Трафик судов между Архангельском, Северодвинском и Кандалакшей незначителен.

Также, исследуя эти карты-схемы, можно сделать вывод, что в последние годы (2018г. - 2019 г.) маршруты судов стали более упорядочены, чем в 2013г.

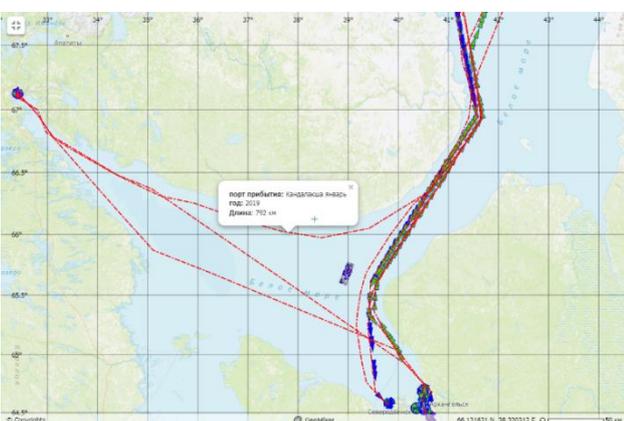


Рис.7 Карта-схема маршрутов судов Белого моря, январь 2019г [2]



Рис. 8 Карта-схема маршрутов судов Белого моря, январь 2018г [2]

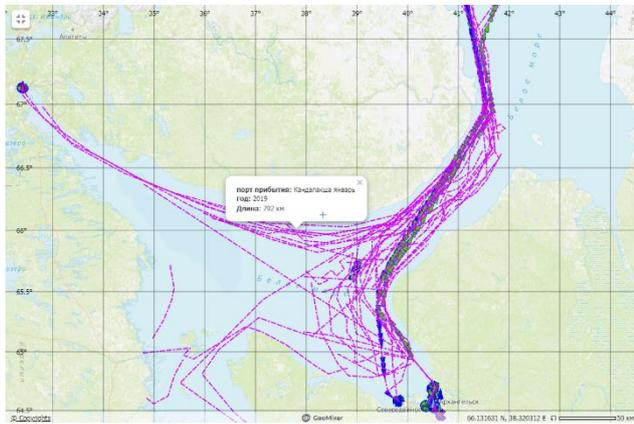


Рис. 9. Карта-схема маршрутов судов Белого моря, март-май 2013г [2]

залежки находятся в стороне от основных маршрутов морских судов. Также, можно сделать вывод, что тюлени, выбравшие места для залежки в центральных областях Белого моря подвержены меньшему риску от движения судов, чем те, кто находится в области Горла, особенно в последние годы.

В процессе выполнения этой части работы был освоен навык поиска объектов (залежек тюленей) на космических снимках высокого разрешения по косвенным и прямым признакам с помощью геопортала, изучена информация о маршрутах морских судов в Белом море с помощью данных АИС. Также, освоена методика оценки риска взаимного расположения залежек тюленей и маршрутов судов, выполнена работа по его определению.

### Основные результаты и выводы исследования

1. Для создания комплекса информационных моделей использовались спутниковые снимки радиолокационного и оптического высокого разрешения с последующей обработкой возможностями геопортала.

2. Разработана методика оценки рисков движения морских судов для мест расположения залежек гренландских тюленей.

Дальнейшее сравнение составленной карты-схемы расположения залежек с данными АИС о маршрутах судов показало опасность последних для ценных залежек.

Сказанное выше позволяет сделать выводы о решении задач исследования.

Проведенное исследование не исчерпывает содержание рассматриваемой проблемы. Чтобы предотвратить гибель детенышей тюленей, очевидно, необходимо обязать морские суда прокладывать свои маршруты в обход обнаруженных залежек. Таким образом, можно будет исключить один из негативных факторов, влияющий на выживание Беломорской популяции тюленей.

Методы получения и обработки информации, примененные в проекте, по всей видимости, имеют большую перспективу, так как позволяют широкому кругу лиц решать экологические задачи и своевременно предотвращать негативные природные и техногенные воздействия на окружающую среду, что увеличивает вероятность сохранения морской экосистемы и биобаланса, в целом на Земле.

### Список информационных источников:

1. Коржев В.А. Оценка численности и управление промыслом гренландского тюленя *Pagophilus groenlandicus* (*Phoca groenlandica* Erxleben, 1777) беломорской популяции [Электронный ресурс] – [http://www.vniro.ru/files/trydi\\_vniro/archive/tom151\\_korjev.pdf](http://www.vniro.ru/files/trydi_vniro/archive/tom151_korjev.pdf), Режим доступа: свободный

2. Веб-информационная платформа «GeoMixer» -Геопортал «Бельки - 2019» [Электронный ресурс] <http://sealpups.kosmosnimki.ru/?permalink=F5SYM>

3. Гренландские тюлени [Электронный ресурс] - <https://www.liveinternet.ru/users/3596969/post347665520/>, Режим доступа: свободный
4. Добровольский А. Д., Залогин Б. С. Моря СССР. -М.: Изд-во МГУ, 1982 г. С ил., 192 с.
5. Международная символика для морских ледовых карт и номенклатура морских льдов- Л.: Гидрометеиздат, 1984г.
6. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения
7. Словарь по географии. 2015.
8. Тренина И.С. Космический мониторинг ледяного покрова для оперативного картирования и долговременных исследований. НИЦ «Планета» [Электронный ресурс] - <http://www.iki.rssi.ru/earth/trudi/1-30.pdf>, Режим доступа: свободный
9. Спутниковые снимки Земли [Электронный ресурс] - <https://worldview.earthdata.nasa.gov>, Режим доступа: свободный
10. Космические снимки [Электронный ресурс] - <https://landsatlook.usgs.gov>, Режим доступа: свободный
11. Космические спутники [Электронный ресурс] - <https://gportal.jaxa.jp/>, Режим доступа: свободный
12. Арктический и антарктический научно - исследовательский институт [Электронный ресурс] - [http://www.aari.ru/odata/\\_d0015.php?lang=0&mod=0&yy=2018](http://www.aari.ru/odata/_d0015.php?lang=0&mod=0&yy=2018), Режим доступа: свободный
13. Межуниверситетский аэрокосмический центр при Географическом факультете МГУ им. М.В. Ломоносова: интернет-семинары [Электронный ресурс] / авторы материалов А.Ю. Иванов, В.И.Кравцова/ -[http://www.geogr.msu.ru/science/aero/acenter/int\\_sem7/sea\\_ice.htm](http://www.geogr.msu.ru/science/aero/acenter/int_sem7/sea_ice.htm), Режим доступа: свободный
14. Телегина А.А. Классификация морских льдов по радиолокационным космическим снимкам [Видеозапись 4.01.2019г.]. [https://yadi.sk/i/\\_R9q2GDjM86G8A](https://yadi.sk/i/_R9q2GDjM86G8A)
15. Географическая карта Белого моря [Электронный ресурс] -<http://etnic.ru/wp-content/uploads/7dea72d6df3967f3d11b5d5412d56f7a-2.jpg>, Режим доступа: свободный

**Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ)  
на примере исследования проблем утилизации ТБО  
на территории Краснодарского края**

(исследовательский проект – призер Международного форума научной молодежи «Шаг в будущее», г. Москва, финалист «Дежурный по планете». Образовательный Фонд «Талант и успех», г. Москва, лауреат XVII Всероссийского конкурса научно-исследовательских проектов «Меня оценят в XXI веке», г. Москва, призер Конкурс исследовательских проектов школьников в рамках краевой научно-практической конференции «Эврика», г. Краснодар/ 2020 г.)

Авторы исследования:  
**Воинова Екатерина**  
**Гузько Диана**  
**Неделько Маргарита**  
обучающиеся МАУ ЦДО  
г. Славянск-на-Кубани

**АННОТАЦИЯ**

В России за год производится более 330 миллионов кубометров мусора, Краснодарский край – на третьем месте по его объемам, после Москвы и Московской области. Применение современных возможностей исследования и мониторинга территорий с помощью методов Дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют получить новые данные в этой области

для выработки более точных управленческих решений.

**Цель работы** – выявить проблемы и оценить состояние объектов размещения твердых бытовых отходов на территории Краснодарского края с помощью космических снимков и ГИС-технологий.

В работе применены методы исследования - эмпирические (дистанционное и визуальное наблюдение, измерение, сравнение), теоретические (абстрагирование, моделирование, анализ) и специальные (геоанализ).

В ходе исследовательского проекта были выполнены все поставленные задачи и цель достигнута. Данные, полученные методами ДЗЗ, успешно подтвердились путем наземного визуального обследования двух объектов складирования мусора.

## Введение

**Актуальность и степень разработанности темы.** В России за год производится более 330 миллионов кубометров мусора, Краснодарский край – на третьем месте по его объемам, после Москвы и Московской области. По состоянию на март 2019 года 5,6 миллионов жителей Кубани генерируют более 17 миллионов кубометров твердых бытовых отходов [1].

Проблема утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) в Краснодарском крае особенно актуальна и обуславливается факторами:

1. географические особенности (разнообразие рельефа и природных зон);
2. ценность земельных ресурсов для сельского хозяйства;
3. наличие курортных и туристических зон;
4. высокая плотность населения.

Применение современных возможностей исследования и мониторинга территорий с помощью методов Дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) позволяют получить новые данные в этой области для выработки более точных управленческих решений.

В России уже существует опыт работы с материалами аэрокосмических измерений при исследовании свалок ТБО (О.В. Бровкина, В.Ф. Мочалов, А.В. Погорелов, С.В. Дулепа, Д.А. Липилин и др.), но до сих пор эти методы не стали руководством к действию при принятии управленческих решений в сфере обращения с отходами ТБО.

**Объект исследования** – полигоны и свалки размещения твердых бытовых отходов на территории Краснодарского края.

**Предмет исследования** – выявление и описание проблем утилизации ТБО с помощью методов ДЗЗ на территории Краснодарского края.

**Цель работы** – выявить проблемы и оценить состояние объектов размещения твердых бытовых отходов на территории Краснодарского края с помощью космических снимков и ГИС-технологий.

### Задачи:

1. проанализировать существующие методы в области применения ДЗЗ для мониторинга мусорных полигонов и стихийных свалок;
2. разработать и проверить методику распознавания свалок и полигонов ТБО на общедоступных спутниковых снимках;
3. произвести проверку методики на объектах методом визуального наблюдения;
4. произвести подбор источников данных (космических снимков);
5. выполнить дешифрирование спутниковых снимков, определить места размещения твердых бытовых отходов на территории Краснодарского края, измерить их размеры;
6. создать карту-схему свалок и полигонов ТБО Краснодарского края;
7. по данным доступных спутниковых снимков размещения ТБО описать его многолетнюю (1982–2019 гг.) изменчивость (на примере полигона Славянского района);
8. создать медиа-материалы, привлекающие внимание широкой общественности к проблемам утилизации ТБО.

**Методы исследования.** В работе применены эмпирические (дистанционное и визуальное наблюдение, измерение, сравнение), теоретические (абстрагирование, моделирование, анализ) и специальные (геоанализ).

**Гипотеза:** можно предположить, что, использование современных методов ДЗЗ способно дать новые способы решения проблем утилизации ТБО.

**Новизна и ожидаемый результат:**

1. в результате дешифрирования снимков будет установлено актуальное местоположение объектов размещения ТБО на территории Краснодарского края;
2. будет создана актуальная карта-схема свалок и полигонов ТБО Краснодарского края на базе геоинформационного портала «GeoMixer»;
3. будет выполнен анализ межгодовой (1984–2019 гг.) изменчивости полигона ТБО Славянского района;
4. созданные медиа-материалы и публичные выступления должны внести вклад в изменение сознания людей в области обращения с ТБО.

Работа выполнена самостоятельно, результаты исследования представлены в финале Всероссийского конкурса «Дежурный по планете 2019-2020» в г. Королев.

## **Глава 1. Теоретическое обоснование проекта**

**1.1.** Краснодарский край имеет ряд географических и социальных особенностей, как регион. Его территория разделяется на две резко отличающиеся части: северная равнинная и южная горная. Равнинная зона – Прикубанская низменность – занимает две трети территории и является зоной активного земледелия. Южная зона образована системами хребтов Западного Кавказа, примыкающей к ним полосой предгорий и узкой лентой Черноморского побережья. В крае более 500 рек, его основная водная артерия – Кубань – одна из главных рек Северного Кавказа. Для регулирования стока и расширения рисовых систем были сооружены Крюковское, Варнавинское, Краснодарское водохранилища. Так же западная часть края омывается Азовским и Черным морем, что обуславливает развитые территории туризма и отдыха. [2]

Различие географического ландшафта, высокая плотность собственного населения (в 10 раз превышающая среднероссийский показатель), сезонные колебания численности приезжих, ценность земельных ресурсов, обилие водных ресурсов обуславливают сложность утилизации мусора на его территории.

С 1 января 2020 года регион должен перейти на новый принцип обращения с мусором. В крае образуется ежегодно около 3,5 млн. тонн отходов, и по общему объему образуемого мусора край вышел на 3 место в России. Сейчас в крае не существует ни одного мусороперерабатывающего или мусор сжигающего завода, существующие мусорные полигоны вблизи населенных пунктов в основном незаконны и не имеют лицензии.

По новой концепции обращения с ТБО, в рамках территориальной схемы обращения с отходами были установлены 11 зон деятельности региональных операторов. К середине 2019 года лицензированных полигонов осталось всего 13 на все 44 муниципальных образований Кубани [3].

В связи с вышеизложенным можно сделать вывод, что проблема утилизации мусора на территории Краснодарского края имеет высокую актуальность и значимость.

**1.2** Методы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) имеют ряд положительных особенностей:

1. высокая актуальность;
2. широта охвата местности и единообразие получаемых данных;
3. использование многоканальных снимков в различных диапазонах электромагнитных волн;
4. доступность территорий;
5. безопасность;
6. возможность применения автоматических алгоритмов обработки данных;
7. доступность широкому кругу лиц.

В то же время, имеются и ряд недостатков:

1. высокая стоимость актуальных снимков высокого разрешения;
2. работа «по погоде» со снимками визуального диапазона.



существует общедоступной информационной базы снимков с отечественных спутников. Для некоммерческого использования доступны снимки среднего разрешения (~30м) Landsat, Sentinel, на портале Геологической службы США [7], но они не подходят для обнаружения и анализа полигонов ТБО и свалок.

В результате, было обнаружено, что из общедоступных снимков наибольшим разрешением и качеством обладают снимки широко распространенных геосервисов «Яндекс карты» и «Гугл карты», причем качество снимка «Яндекс» несколько выше.



Рис.3 Сравнение изображений мусорного полигона г. Славянска-на-Кубани на сервисах «Яндекс карты» и «Гугл карты»[8] , [9].

2.2 С помощью геоинформационного портала «GeoMixer» путем визуального осмотра снимка «Яндекс» были обнаружены места скопления мусора, отмечены на карте и произведены замеры площадей каждой свалки[10]. Составлен их реестр.

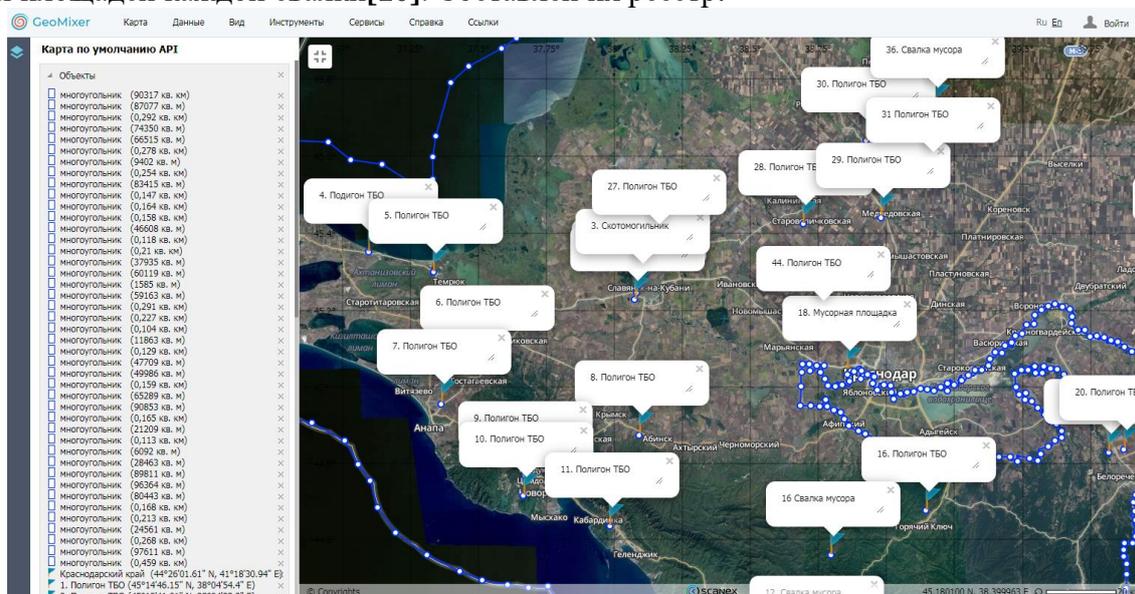


Рис.4 Карта-схема объектов утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) Краснодарского края, [10].

**Карта-схема объектов утилизации  
твердых бытовых отходов (ТБО) Краснодарского края**  
<http://maps.kosmosnimki.ru/api/index.html?permalink=LISCN>

1. Полигон ТБО. г. Славянск-на-Кубани. 8,7 Га. Закрыт с 2015г.
2. Полигон ТБО. г. Славянск-на-Кубани. 29,2 Га. Работает
3. Скотомогильник. г. Славянск-на-Кубани. 7,4 Га. Закрыт
4. Полигон ТБО. п. Пересыпь. 6,7 Га. Закрыт .
5. Полигон ТБО. г. Темрюк. 27,8 Га. Работает .
6. Полигон ТБО. п. Фадеево. 0,9 Га. Работает
7. Полигон ТБО. г. Анапа. 25,4 Га. Закрыт?
8. Полигон ТБО. г. Крымск. 8,3 Га. Работает
9. Полигон ТБО. г. Новороссийск. 14,7 Га. Работает
10. Полигон ТБО. г. Новороссийск. 16,4 Га. Работает?
11. Полигон ТБО. г. Геленджик. 15,8 Га. Работает
12. Незаконная свалка ТБО. г. Джубга. 4,7 Га. Работает
13. Полигон ТБО. г. Туапсе. 11,8 Га. Работает?
14. Полигон ТБО. г. Сочи. 21 Га. Рекультивирован.
15. Пункт приема ТБО. г. Сочи. 3,8 Га. Работает
16. Полигон ТБО. г. Горячий Ключ. 6 Га. Работает
17. Свалка мусора. с. Шабановское. 0,16 Га.
18. Мусорная площадка. г. Краснодар. Закрыта.
19. Полигон ТБО. г. Белореченск. 5,9 Га. Закрыт с 2018г.
20. Полигон ТБО. г. Белореченск. 29,1 Га. Работает.
21. Полигон ТБО. г. Лабинск. 22,7 Га. Работает.
22. Полигон ТБО. г. Армавир. 10,4 Га. Работает.
23. Полигон ТБО. г. Гулькевичи. 1,2 Га. Работает?
24. Полигон ТБО. г. Кропоткин. 12,9 Га. Работает
25. Городская свалка. ст. Казанская. 4,8 Га. Рекультивирована.
26. Полигон ТБО. ст. Тбилисская. 5 Га. Работает.
27. Полигон ТБО. ст. Полтавская. 15,9 Га. Работает
28. Полигон ТБО. ст. Старовеличковская. 6,5 Га. Работает
29. Полигон ТБО. ст. Медведовская. 9,1 Га. Рекультивирован.
30. Полигон ТБО. г. Тимашевск. 16,5 Га. Работает.
31. Полигон ТБО. ст. Дядьковская. 2,1 Га. Работает
32. Полигон ТБО. г. Приморско-Ахтарск. 11,3 Га. Работает
33. Свалка мусора. ст. Ольгинская. 0,6 Га
34. Полигон ТБО. ст. Бриньковская. 2,9 Га. Работает.
35. Полигон ТБО. ст. Брюховетская. 9 Га. Работает
36. Свалка мусора. х. Стринский.
37. Полигон ТБО. ст. Каневская. 9,6 Га. Работает.
38. Полигон ТБО. ст. Стародеревянковская. 8 Га. Работает
39. Полигон ТБО. г. Ейск. 16,8 Га. Работает.
40. Старый полигон ТБО. г. Ейск. 21,3Га. Рекультивирован.
41. Полигон ТБО. ст. Веселая. 2,5 Га. Работает.
42. Полигон ТБО. ст. Павловская. 26,8 Га. Работает
43. Полигон ТБО. ст. Новопокровская. 9,7 Га. Работает
44. Полигон ТБО. г. Краснодар. 45,9 Га. Работает

После анализа были сделаны следующие **выводы**:

1. Небольшие поселения, станицы в основном продолжают практику «свалок» мусора. Площадь их невелика – от 1 до 10 Га. С точки зрения современного закона, они, как правило, не имеют лицензии, не соответствуют никаким нормам, но существуют. Некоторые малые поселения не имеют визуализируемых свалок. Это значит, что они скооперировались с другими близлежащими и свозят свой мусор на общие места захоронения.

2. Населенные пункты среднего размера (районные центры), как правило, все имеют визуально определяемую свалку ТБО, некоторые из них действующие, некоторые – нет. Есть и такие, которые имеют уже закрытые мусорные полигоны, некоторые уже рекультивированы (г. Славянск-на-Кубани, г. Ейск, п. Пересыпь и прочие). Размер полигонов колеблется в пределах 10-20 Га.

3. Крупные города, как правило, уже закрыли полигоны ТБО возле себя и предпочитают отвозить мусор подальше и там уже организывают новые полигоны. (Сочи, Краснодар). Такая практика не решает глобальной проблемы, так, как там тоже проживают люди. Самые большие мусорные полигоны – в Белореченске (29 Га), куда везут ТБО даже из Сочи, Темрюке (28 Га), и около Краснодара (46 Га).

**2.3** Для оценки изменений со временем состояния мусорного полигона г.Славянска-на-Кубани из-за отсутствия космических снимков высокого разрешения в свободном доступе был использован Интернет-сервис Google Earth Timelapse [11]. На рис. 8 представлены фотоснимки мусорного полигона с 1984 по 2019 гг. с интервалом в 5 лет.



Рис.8 Фото расположения мусорного полигона г. Славянска-на-Кубани с 1984 по 2019 гг. с интервалом в 5 лет

По снимкам видно, что около 2000-х годов объем мусора стал резко расти, а в настоящее время практически не меняется, и отсутствие характерного яркого белого пятна на месте свалки говорит о том, что она рекультивирована, мусор скрыт грунтом.

**2.4** Для проверки правильности методики визуального обнаружения свалок мусора с помощью космических снимков был осуществлен выезд в два таких места в Славянском районе, где была осуществлена видео и фотосъемка для создания медиа составляющей проекта.

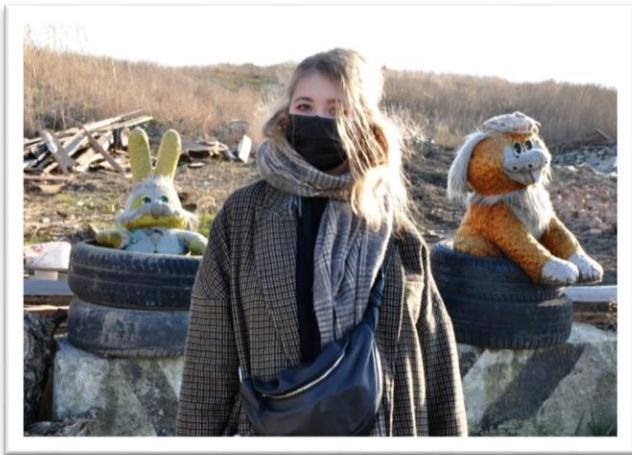


Рис.5 Фото въезда на старый закрытый полигон ТБО Славянского района



Рис.6 Фото незаконной свалки ТБО Славянского района

Во время этого выезда были обнаружены и зафиксированы явные нарушения норм обращения с ТБО, которые не визуализировались на космических снимках:

1. открытое горение свалки;
2. отсутствие ограждения;
3. отсутствие оградительной канавы для фильтрата со свалки.

Материалы этого обследования были опубликованы в блогах в сети Интернет. В процессе перемещения по Славянскому району были так же зафиксированы многочисленные небольшие кучи мусора, которые не видны со спутника.



Рис.7 Места расположения мусорных отходов г. Славянска-на-Кубани.

**Вывод:** методика обнаружение мест свалок, замеры их картометрических данных с помощью методов ДЗЗ в целом успешно работает, но малопригодна для мониторинга их состояния на коротких отрезках времени. Кроме того, она не подходит для небольших стихийных свалок мусора.

### Глава 3. Перспективы развития проекта.

Исследуя проблему утилизации мусора в Краснодарском крае с помощью методов ДЗЗ, стало очевидно, что для ее решения только этих методов недостаточно. В 2013-2015 гг уже была проведена большая научная работа в этом же направлении (Погорелов А.В., Дулепа С.В., Липилин), но она не привела к решению проблемы. Для того, чтобы это произошло, необходимо приложить усилия еще в нескольких направлениях:

1. изменить сознание людей в области обращения с отходами. Важно, чтобы каждый человек осознал, что человечество стоит на пороге мусорной катастрофы, и он – часть её. Важная роль в этом принадлежит СМИ, поэтому в команду развития проекта потребуется журналист или блогер;

2. провести математико-экономические исследования, привязанные к реальной географии транспортных путей с учетом многих факторов для обоснованного оптимального определения точек сбора мусорных отходов. Возможно, нужно воспользоваться симплекс-методом. В команду развития проекта требуется математик- экономист;

3. наладить взаимодействие с органами власти всех уровней для принятия реалистичных управленческих решений. Нужен политик-юрист.

4. требуется создание совершенно новых подходов к технической проблеме утилизации мусора, его современные объемы таковы, что метод его сваливания в кучи и закапывания в почву уже совершенно непригоден. Нужна технология мусоропереработки, причем, что бы она была неубыточной. В команду требуется бизнесмен-инженер.

Таким образом, вот четыре направления развития проекта, которые могут быть, как и самостоятельными, так и войти в один мощный, серьезный командный проект.

#### Заключение

В ходе исследовательского проекта были выполнены все поставленные задачи и цель достигнута.

Однако выяснилось, что при общей доступности методики исследования территорий с помощью ДЗЗ существуют значительные трудности получения космических снимков высокого разрешения. В настоящее время не существует отечественных механизмов их доступности широкому кругу лиц на бесплатной основе. Тем не менее, даже с помощью общедоступных геоинформационных сервисов удалось выполнить анализ снимков по методам ДЗЗ, создать актуальную карту свалок Краснодарского края, измерить их картографические данные и оценить состояние.

Были получены выводы о современном состоянии проблемы утилизации мусора в крае.

По данным анализа временных серий спутниковых снимков на годовых интервалах выявлена изменчивость размера полигона ТБО г. Славянска-на-Кубани. В течение 2000-х годов зафиксировано увеличение его площади и его рекультивация в настоящее время.

Данные, полученные методами ДЗЗ, успешно подтвердились путем наземного визуального обследования двух объектов складирования мусора.

Гипотеза о том, что, использование современных методов ДЗЗ способно дать новые способы решения проблем утилизации ТБО, подтвердилась, однако, выяснилось, что этих методов недостаточно. Пути комплексного решения проблемы выявлены и указаны, проект имеет большие перспективы развития.

В итоге проекта была создана серия короткометражных фильмов по теме проекта, которые теперь распространяются по социальным сетям.

1. <https://youtu.be/u-OMT63-iFk>

2. <https://youtu.be/pX1lszLbv08>

3. <https://youtu.be/8bagKWhLnJQ>

Проект представлен в финале Всероссийского конкурса «Дежурный по планете 2019-2020» в г. Королев и «Большие вызовы» ОЦ «Сириус».

## Список информационных источников

1. В ТОП-3 регионов РФ, производящих больше всех мусора, вошел Краснодарский край. Статья на портале «Краснодар Медиа». Электронный ресурс. Режим доступа- свободный: <https://krasnodarmedia.su/news/794206/>
2. Географическое положение, природные условия и климат Краснодарского края. Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <https://krasnodar.arbitr.ru/about/krasnodar/geograf>
3. На Кубани в 2020г. начали работу 4 региональных оператора по уборке и вывозу мусора. Сайт РБК. Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <https://kuban.rbc.ru/krasnodar/13/01/2020/5e1c20909a794733180f8958>
4. Сфера обращения с твердыми коммунальными отходами. Министерство топливно-энергетического комплекса жилищно-коммунального хозяйства краснодарского края. Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <http://www.gkh-kuban.ru/tbo.html>
5. Барталев С.А., Гагарин Ю.Н., Ершов Д.В., Лукина Н.В., Лупян Е.А. Потенциал применения методов дистанционного зондирования из космоса для совершенствования государственной инвентаризации лесов России. Презентация. Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <http://www.myshared.ru/slide/539399/>
6. Погорелов А.В., Дулепа С.В., Липилин Д.А. Опыт космического мониторинга свалок на территории Краснодарского края // Геоматика. – Москва, 2013. – №4 (21). – С. 64-72.
7. Геоинформационный портал Геологической службы США. Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <https://earthexplorer.usgs.gov/>
8. Геопортал «Яндекс Карты». Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <https://yandex.ru/maps/20704/slavyansk-na-kubani/?l=sat%2Cskl&ll=38.082593%2C45.244799&z=17>
9. Геопортал «Гугл Карты». Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <https://www.google.com/maps/@45.2449616,38.0797352,563m/data=!3m1!1e3?hl=ru-RU>
10. Геоинформационный портал «GeoMixeг». Карта-схема объектов утилизации твердых бытовых отходов КК. Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <http://maps.kosmosnimki.ru/api/index.html?permalink=LI5CN>
11. Интернет-сервис Google Earth Timelapse. Электронный ресурс. Режим доступа - свободный: <https://earthengine.google.com/timelapse#v=45.24028,38.05579,11.788,latLng&t=2.15&ps=50&bt=19840101&et=20181231&startDwell=0&endDwell=0>



$\vec{v}$   $\vec{a}$   $\vec{F}$

$$\left(\frac{T_1}{T_2}\right)^2 = \left(\frac{a_1}{a_2}\right)^3$$