

# "РОБОКРАБ В ПОГОНЕ ЗА МЕТАНОГЕННЫМИ АРХЕЯМИ"

**Автор: Осинкина Анастасия,**

**ученик 10-го класса МБОУ СШ №16, г. Новый Уренгой**

## **Введение**

Около 95% вод Мирового океана до сих пор не изучено человеком[1]. В 2019 году на глубоководных месторождениях нефти в Мексиканском заливе были открыты анаэробные метаногенные археи, получившие название *Methanoliparia*. Эти организмы способны разлагать длинноцепочные алканы в составе нефти на метан и углекислый газ без присутствия кислорода. Исследователи утверждают, что *Methanoliparia* распространены по всему Земному шару. Археи можно использовать для выяснения влияния метана на озоновый слой. Также продукты жизнедеятельности изучаемых архей можно использовать в качестве топлива. Существует сложность изучения глубоководных метаногенных архей[2]. Так как подобные существа живут в экстремальной среде, то создание искусственной среды обитания в лабораторных условиях проблематично: культивирование отдельных организмов занимает до 12 лет работы[3]. Используемые в настоящее время аппараты способны лишь доставлять образцы организмов на поверхность, и проблема долгого культивирования осталась нерешённой.

Цель: создание концепции и модели робота, который будет собирать, наблюдать и доставлять образцы микроскопических донных микроорганизмов, а также выполнять так называемое “первичное культивирование” – адаптацию условий внутри бокса под условия среды обитания для выяснения особенностей жизни выбранных организмов в искусственной среде, на примере архей *Metanoliparia*.

Задачи: 1) изучить и проанализировать состояние проблемы исследования донных организмов с помощью роботов; 2) разработать концепцию робота-сборщика образцов донных микроорганизмов; 3) изготовить чертёж робота; 4) спроектировать 3д-модель робота.

## **Глава I. Теоретическая часть**

### **1. Генетика и *Methanoliparia***

В 20 веке были совершены важнейшие открытия современной генетики и геномной инженерии: генетический код, секвенирование ДНК, ПЦР, клонирование и т.д.. Современные ученые используют генетические технологии для изучения живых организмов. Так как аминокислоты у систематически разных групп организмов как правило кодируются одними и теми же триплетами, возможен анализ генома организма на основе уже имеющихся данных. Подобный алгоритм работает со всеми живыми существами[4].

Благодаря такому механизму возможно установление свойств недавно открытых организмов. Например, понять, какие именно организмы разлагают длинноцепочные алканы, удалось с помощью анализа метагенома образца, взятого на месторождении нефти в Мексиканском заливе. Выяснилось, что археи *Methanoliparia* способны продуцировать ферменты, расщепляющие алканы анаэробно.

Образцы нефти, содержащей данные организмы, были добыты с помощью специального устройства и доставлены на поверхность. Пока-что учёным не удалось культивировать этот организм.

Как отмечают учёные, исследование метаногенных архей поможет решить вопросы,

связанные с экологией. Биodeградация загрязняющих природу веществ (длинноцепочных алканов) может стать источником способа оперативного решения проблем разливов нефти, утилизации органических отходов [5]. Предполагается, что изучение таких организмов поможет понять, возможно ли обратить процесс превращения нефти в метан и углекислый газ.

## 2. Существующие разработки роботов-исследователей

Не все места нашей планеты доступны человеку. Благодаря современным технологиям люди научились создавать роботов, способных переносить экстремальные условия. На основании анализа информационных ресурсов, мной была составлена условная классификация роботов-исследователей[6]:

Таблица 1. Классификация роботов-исследователей

Термоустойчивые	Работа в условиях с экстремальной температурой
Глубоководные	Работа на большой глубине водоёмов
Радиоустойчивые	Работа в условиях высокой радиации
Косморобот	Работа в космосе
Комплексные	Сочетание нескольких пунктов данной таблицы

Для каждого из видов роботов разработаны свои решения: облегчение конструкции с помощью полых деталей или пеноблоков, гусеничный движитель для обеспечения повышенной проходимости, изготовление корпуса из материалов, выдерживающих высокие температуры и т.д. Распространено заимствование морфологических черт животных. Так, робот-исследователь IceWorm ледяных вулканов Антарктиды, разработанный NASA, передвигается червеобразно и имеет специальные винты на конечностях для прикрепления к ледяным стенам[7].

## 3. Роботы-исследователи глубин

Как правило роботы-исследователи внешне напоминают животных. Это объясняется тем, что животные имеют все необходимые для существования в подобной среде приспособления. Так, робот-рыба, разработанная учёными MIT, двигает хвостом подобно настоящим рыбам, и способна опускаться на глубину до 18 метров[8]. Другой пример - робот рыба-прилипала. Учёные создали аналог органа-присоски рыбы[9](прил.1).

## Глава II. Практическая часть

### 1. Создание концепции робота-исследователя

Изучив теоретический материал по тем, были сделаны следующие выводы:

1. Современная генетика изучает живые организмы с помощью анализа метагенома и генома. Methanoliparia – метаногенные археи – способны продуцировать ферменты, расщепляющие алканы анаэробно. Образцы нефти, содержащей данные организмы, были добыты с помощью специального устройства и доставлены на поверхность. Культивирование организмов занимает продолжительное время.
2. Возможно классифицировать роботов-исследователей по направлениям работы в различных условиях.

Наибольший интерес для решения проблемы моего исследования представляет робот-исследователь глубин.

### 3. Робот-

исследователь глубин как правило напоминает животных.

Для составления грамотного плана конструкции воспользуемся опытом итальянских инженеров, создавших робота-краба [10] (прил. 1).

- 1) Так как робот должен находиться на дне водоёма, то будем использовать легированную сталь: примеси обеспечат коррозиестойкость, прочность конструкции, сопротивление высокому давлению. В качестве примесей можно использовать хром (прочность, коррозиестойкость), никель (уменьшение хрупкости, пластичность), титан (однородность сплава), алюминий (окалиностойкость), молибден (коррозиестойкость при высоких температурах, красностойкость, прочность).
- 2) Так как разрабатываемый робот будет собирать образцы со дна океана, то ему необходима устойчивость и повышенная проходимость. Этим требованиям удовлетворяют ходильные ноги: сгибание конечности облегчит преодоление препятствий, а зафиксировать робота помогут расширения у частей, касающихся дна. За основу примем принцип передвижения краба: 8 конечностей, из которых 6 ходильные, а другие 2 участвуют в сборе образцов организмов.
- 3) Доставка до исследуемого места. Робот должен уметь не только опускаться на дно водоёма, но и подниматься на поверхность. Облегчить конструкцию можно с помощью использования пенопласта и других лёгких материалов, но в таком случае будет необходимо использовать балласт для спуска машины на дно водоёма. Дополнительно используем длинный прочный трос.
- 4) Контейнер (бокс) будет сделан из того же материала, что и робот. Для сохранения давления внутри контейнера будет использоваться принцип работы подводной лодки (“прочный корпус”). Снаружи имеется выступ-ручка для извлечения бокса из робота. В бокс встроены датчики, которые измеряют показатели среды внутри контейнера. После получения этих данных программа подстраивает условия в боксе под условия, в которых археи жили во внешней среде.
- 5) Робот имеет 2 конечности, участвующие в сборе образцов. На конце одной из конечностей находится ковш – для забора крупных образцов. На другой узкая “лопатка” для сбора малых количеств образцов, для анализа субстрата с помощью измерительных приборов. Благодаря связующим “элементам-суставам” конечность может сгибаться.
- 6) Для сбора информации о среде обитания архей понадобятся различные измерительные приборы. На конечности с “лопаткой” разместим чувствительные элементы приборов (рН, давление, содержание кислорода и т.д.). После с конечности по соединительному элементу все замеренные параметры передаются в блок обработки информации, который находится в корпусе робота. Далее по каналу связи с блока обработки информации данные передаются в центр управления роботом. Преимущество такого способа сбора данных в том, что учёные смогут менять чувствительные элементы в зависимости от объекта и условий исследования.

На робокрабе должны быть установлены камеры. Связь с исследовательским центром поддерживается посредством вспомогательных элементов связи, размещенных на тросе. Кданного робота разрабатывается с учётом сбора метаногенных архей. Это значит, что робокраб сможет использовать продукты жизнедеятельности данных микроорганизмов в качестве дополнительного источника энергии. Поэтому в бокс нужно включить систему отведения метана в топливный отсек.

## Пункт 2. Создание чертежей и модели робота

Создам чертежи будущего робота, а затем спроектирую 3д-модель в Blender. Чертить буду на масштабно-координатной чертёжной бумаге. Предварительно составлю эскиз будущего робота (рис. 1). Цифрами на рисунке обозначены ключевые элементы: 1 – трос, 2 – корпус, 3 – конечности, 4 – электроблок с разъёмами, 5 – контактная с дном часть конечности, 6 – камеры, 7 – контейнер (бокс), 8 – световые индикаторы работы, 9 – конечность-«ложечка».

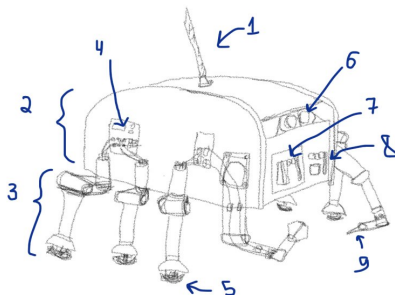


Рисунок 1 - эскиз

Теперь можно приняться за создание чертежей (прил. 2). Отдельно изображу детали: переднюю конечность-«ложечку» и контактную со дном часть конечности. Далее воспользуюсь приложением Blender для создания 3д-модели робота (рис. 2). Визуализация концепции робокраба готова.



Рисунок 2 - 3д-модель

## Заключение



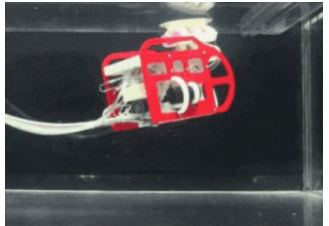
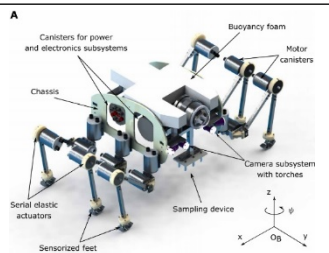
Итак, мне удалось разработать концепцию и модель робокраба, способного собирать образцы метаногенных архей класса *Methanoliparia*. Благодаря данной разработке учёные смогут в разы ускорить процесс культивирования микроорганизмов. Помимо исследования метаногенных архей, робокраба можно использовать и для сбора других донных организмов: контейнер поможет доставить их на поверхность в условиях, приближённых к условиям, в которых они существовали. Применение таких роботов облегчит исследование глубоководных водоёмов.

## Литературные источники

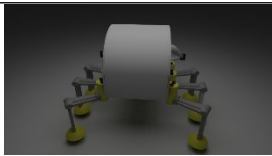



1. Исследования Мирового океана как шаг на пути к устойчивому развитию человечества / Российская газета, 28.07.2020. URL: <https://rg.ru/2020/07/28/issledovaniia-mirovogo-okeana-kak-shag-na-puti-k-razvitiu-chelovechestva.html> (дата обращения: 12.01.2022).
2. Археи научились добывать метан из нефти без использования кислорода / Интернет-издание N+1, 21.08.2019. URL: <https://nplus1.ru/news/2019/08/21/methanoliparia> (дата обращения: 07.01.2022).
3. Scientists glimpse oddball microbe that could help explain rise of complex life / Scientific journal "Nature", Nature Portfolio, 09.08.2019. URL: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02430-w> (дата обращения: 07.01.2022).
4. Практическая молекулярная генетика для начинающих. 8-9 классы / Издательство Просвещение, под ред. Бородина П.М., Ворониной Е.Н., авторы: Ю.С. Аульченко, Н.Р. Баттулин, П.М. Бородин, Е.Н. Воронина, М.Ю. Карташов, Т.Д. Колесникова, А.А. Нижников, А.С. Пилипенко, О.В. Посух, С.Е. Седых, В.И. Соловьев, Н.А. Торгашева, В.С. Фишман, Е.К. Хлесткина, А.С. Цыбко, Т.А. Шнайдер, А.М. Юнусова, 02.04.2021. URL: <https://catalog.prosv.ru/item/49717> (дата обращения: 10.01.2022).
5. «Хронология крупнейших случаев разлива нефти и нефтепродуктов в России» / ТАСС, 20.01.2022. URL: <https://tass.ru/info/8641491> (дата обращения 12.01.2022)
6. Курс "Как распознать робота" / Интернет-издание N+1, 29.12.2019. URL: <https://nplus1.ru/material/2019/12/29/rostelecom-robotics-chapter-1> (дата обращения: 12.01.2022).
7. "Робот-червь NASA готов покорять ледяные вершины Антарктиды" / Популярная механика, 17.12.2018. URL: <https://www.popmech.ru/technologies/news-454582-robot-cherv-nasa-gotov-pokoryat-ledyanye-vulkany-antarktidy/> (дата обращения: 12.01.2022).
8. "Роборыба с акустическим управлением подберется к морской фауне поближе" / N+1, 21.03.2018. URL: <https://nplus1.ru/news/2018/03/21/robotic-fish> (дата обращения: 12.01.2022).
9. "Инженеры создали искусственную рыбу-прилипалу" / N+1, 21.09.2017. URL: <https://nplus1.ru/news/2017/09/21/robotic-remora> (дата обращения: 12.01.2022).
10. «Робот-краб поможет исследовать морское дно» / N+1, 18.05.2020. URL: <https://nplus1.ru/news/2020/05/18/crab-robot> (дата обращения: 12.01.2022)

## Приложение

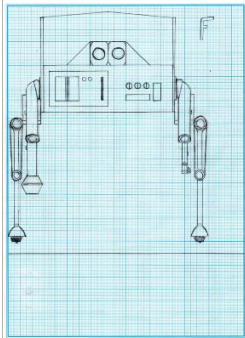
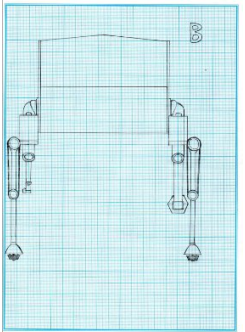
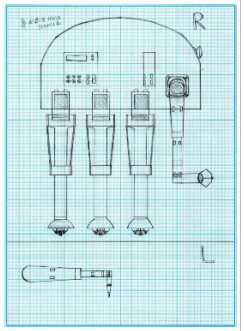
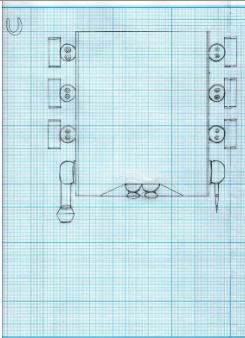
Приложение 1. Таблица с фотографиями  
роботов-исследователей

	IceWorm, NASA
	Роборыба, MIT <i>Robert K. Katzschmann et al. / Science Robotics, 2018</i>
	Роборыба-прилипала, Wang et al. / Science Robotics, 2017
	Робот-краб, Picardi et al. / Science Robotics, 2020

Приложение 3. 3д-модель робокраба

	
Вид сзади	Вид спереди
	
Вид сбоку	Перспектива

Приложение 2. Таблица с чертежами

	Вид спереди
	Вид сзади
	Вид сбоку
	Вид сверху