

3. Харди Брайн, Филлип Билл– Программирование под Android – 3-е изд. – СПб. : Питер, 2003.
4. А.С.Касаткин, М.В.Немцов – Электротехника . – 6-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1995.
5. Сворень Рудольф – .Электроника шаг за шагом. – 4-е изд. – М: Знание, 2001.
6. ChioDip [Электронный ресурс]// Детали для радиоэлектроники – Электрон. дан. – [Б. м.], 2015. – URL: <http://www.chipdip.ru/> (Дата обращения: 25.03.15)
7. Go-radio [Электронный ресурс]// Электротехника – Электрон. дан. – [Б. м.], 2015. – URL: <http://www.go-radio.ru/> (Дата обращения: 25.03.15)

### **Установка для культивирования микроводоросли хлореллы**

Алексеев М.А., Арьянова Э.Д., Иванова С.С., Карпова О.С., Коршунов К.О.,  
Трофимчук О.А., Шевченко И.Г.  
ivsvser@gmail.com

*Научный руководитель: к. ф-м. н., Яковлев А. Н., НИ ТПУ*

Цель проекта: создание энергоэффективного и автоматизированного культиватора нового поколения для выращивания хлореллы в искусственных условиях.

Хлорелла – это представитель рода одноклеточных зеленых водорослей. Эту водоросль используют в животноводстве в качестве корма. Хлорелла является активным продуцентом биомассы и содержит полноценные белки, жиры, углеводы и витамины. Хлорелла входит в категорию «суперпродуктов». Среди растений, хлорелла стоит на первом месте по очень многим показателям. Так, например, в биомассе хлореллы белков составляет 40-60 %, углеводов - 30-35 %, липидов 5-10 % и до 10 % минеральных веществ [1].

Применение хлореллы в различных областях деятельности человека очень широкое:

- в сельском хозяйстве для подкормки растений, птиц и животных, в пчеловодстве и рыбном хозяйстве;
- в пищевой промышленности;
- в медицине, косметологии и парфюмерии;
- для очистки сточных вод и реабилитации водоёмов;
- для производства кислорода;
- для производства биотоплива.

Известно, что хлорелла благодаря своим свойствам позволяет:

- увеличение среднесуточных привесов при откорме крупнорогатого скота и свиней на 30-40%, удоев коров до 25%;
- резкое, до 4-5 раз, сокращение падежа молодняка за счет укрепления природного иммунитета животных;
- значительное продление сроков хозяйственного использования животных;

- увеличение плодовитости родительского стада, сокращения непродуктивных осеменений и сроков сервис-периода, экономии на ветпрепаратах;
- повышения усвояемости кормов, позволяющее экономить их расходование до 22%.

В условиях сложившейся политической, а как следствие, и экономической ситуациях, появляется потребность в поднятии отечественного сельского хозяйства, именно на это и направлен проект. Также применение микроводоросли разрешает отказаться от широкого использования синтетических препаратов, стимуляторов и антибиотиков и ориентация животноводства на получение только экологически чистой продукции с высокими потребительскими качествами.

Для культивирования микроводорослей применяется специальное устройство, обычно называемое установкой или реактором. Продуктивность микроводорослей в основном зависит от типа и конструктивных особенностей этих установок. Первые открытые установки были созданы японскими исследователями. Они представляли собой круглые открытые цементированные бассейны диаметром 3-20 м с толщиной слоя суспензии водорослей 10-12 см. перемешивание суспензии осуществляется при помощи насоса, который забирает жидкость из бассейна и возвращает её обратно по трубам, которые вращает реактивная сила выбрасываемой суспензии [1].

Задачей проекта является создание культиватора, который будет обеспечивать водоросли всеми необходимыми условиями для их жизни и культивации. Важнейшим параметром, который оказывает действие на процесс роста микроводорослей, является свет, но так как объект культивирования водоросль, то применимо определение – излучение. Чтобы растение почувствовало квант, необходимы молекулы, поглощающие в данной области спектра (пигменты). Простого акта поглощения недостаточно, нужно преобразовать его в сигнал, т.е. квант должен вызвать фотохимическую реакцию. Энергия в фотохимической реакции на рецепторной молекуле может преобразоваться двумя путями в зависимости от типа рецептора:

1. В изменение конформации и запуске каскада фосфорилирования (для рецептора в красной области длин волн);

2. В электрохимический потенциал и запуск реакций восстановления (для рецептора в синей области длин волн). Таким образом, реакции фотосинтеза и фоторецепторы преобразуют энергию квантов в энергию химических связей с помощью улавливающих пигментов.

В качестве источника излучения (ИИ) в закрытых установках традиционно применяют лампы накаливания, в том числе кварцевые галогенные с отражателями, зеркальные лампы, люминесцентные. Используют также дуговые ртутные люминесцентные, ксеноновые, натриевые. По сравнению с естественными источниками света искусственные источники могут создавать большую облученность, нежели солнечный свет. Однако использование таких ИС увеличивает потребление электроэнергии (ЭЭ) при их небольшом КПД. Стоит отметить и небезопасность некоторых ИИ, требуется определенная процедура утилизации.

В настоящее время, на рынке светотехники широкое внедрение получили светодиоды, которые обладают рядом преимуществ перед традиционными ИИ. Благодаря светодиодам, можно точно подобрать параметры излучения – длину волны, мощность, спектр необходимые для культивирования водорослей.

Современные светодиоды перекрывают весь видимый диапазон оптического спектра: от красного до фиолетового цвета.

По результатам исследований влияния длин волн на рост хлореллы, можно сказать, что наибольшее значение прироста наблюдается под действием облучения суспензии красным и синим светом [2]. Выбор оптимальных длин волн возможен только опытным путем.

Предлагаемые на рынке фитосветильники имеют в своем составе набор светодиодов с длинами волн в красной и синей области. Если зеленые растения освещать квантами с длиной волны более чем 700 нм, это приведет к гибели растения: в таких квантах недостаточно энергии для протекания реакций световой стадии фотосинтеза. Оптимальными для фотосинтеза будут длины волн в красной области в диапазоне 600-700 нм (они используются с наименьшими потерями). Таким образом, красные лучи можно разбить на две резко отличающиеся области - собственно красную, пригодную для фотосинтеза (до 700 нм) и дальнюю красную, для фотосинтеза не пригодную (более 700 нм). В принципе дальний красный свет и темнота должны приводить к одним и тем же реакциям - это сигнал того, что условий для успешного фотосинтеза нет, однако при дополнении данного спектра к основному при использовании светодиодных светильников для растений, позволяет добиться лучших результатов. Для оценки качества и количества красной области падающего света у растений есть особый пигмент - фитохромобилин, аналогичный фикобилинам водорослей [3].

Таким образом, составляя комбинации из светодиодов разных цветовых групп, можно получить ИИ с практически любым спектральным составом в видимом диапазоне. По сравнению с традиционными источниками света, светодиоды очень долговечны. Срок службы современных светодиодов 50-100 тысяч часов при условии 30% снижения светового потока. Светодиоды схемотехнически просто объединяются в последовательно – параллельные структуры, так же несложно осуществлять управление яркостью. Неочевидным плюсом является отсутствие излучения в ближнем ИК диапазоне. В силу своей твердотельной конструкции светодиоды более экологически безопасны и в отличие от люминесцентных ламп не содержат ртути. Кроме того, светодиоды имеют максимальную светоотдачу, обладают более высоким (до 80 %) коэффициентом полезного использования электроэнергии по сравнению даже с люминесцентными лампами, КПД которых не превышает 50 %. Кроме того, конструктивные особенности светодиодных систем позволяют размещать ИИ внутри суспензии микроводорослей, что позволяет лучше утилизировать энергию излучения [4].

Форма культиватора является также важной частью проекта, т.к. это решит проблему потерь излучения, которая существует в применяемых культиваторах на сегодняшний день. Был произведен анализ формы реактора микроводорослей ФБР-150, которую предлагает предприятие ООО НПК "ДЕЛО" [5].

Была проведена реконструкция ФБР-150 в программе DiaLUX, которая наглядно демонстрирует потери в углах культиватора. Проект предполагает выбор наиболее подходящей формы для обеспечения наименьших потерь излучения – цилиндр. А применение отражающего покрытия по всему периметру резервуара, сохранит поток внутри. Такая форма позволит равномерно и максимально эффективно распределить поток излучения, что приведет к повышению КПД культиватора.

Более того, в проекте имеет место автоматизация. Прогнозируется создать культиватор с постоянным контролем необходимых параметров для роста водорослей. На рисунке 1 можно увидеть предполагаемую конструкцию резервуара.

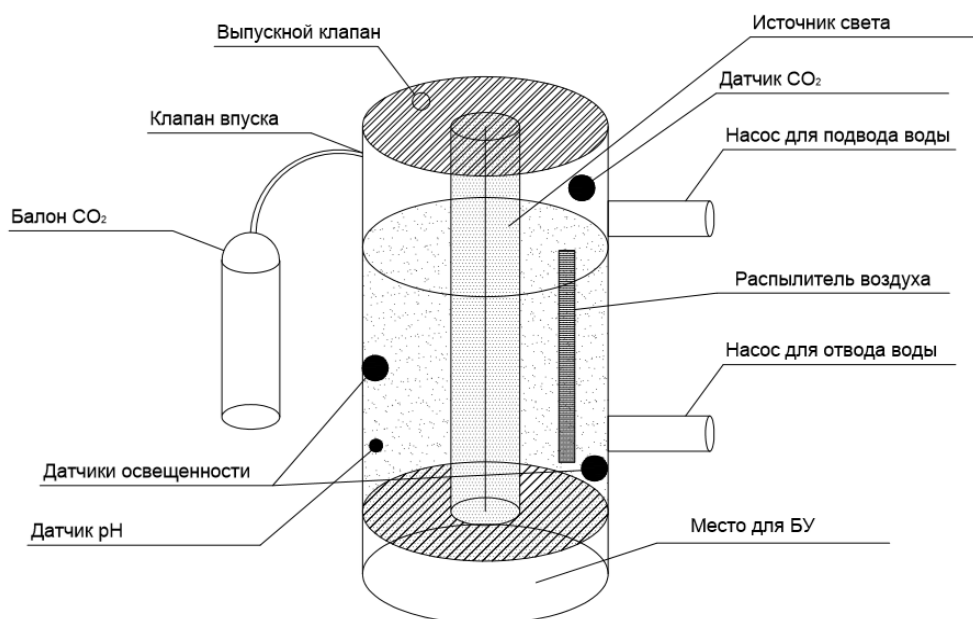


Рисунок 1. Конструкция культиватора

Реактор будет иметь датчики фиксации данных, блок управления и устройства для поддержания необходимых параметров. Первыми будут являться датчики

- освещенности,
- pH,
- температуры.

Так как культивирование будет происходить с термофильным штаммом хлореллы – *Chlorella vulgaris* Beijer, для которой температурная петля оптимальная для роста водоросли составляет 36,5-37,5 C°, то особое внимание уделяется климатической составляющей системы.

Второй обязательный элемент – блок управления (БУ), который состоит из нескольких блоков микросхем.

Создание модели автоматической системы даст возможность отладить каналы связи устройств, а в будущем облегчить эксплуатацию культиватора.

Ожидается, что новый фото-биореактор позволит максимально автоматизировать выращивание микроводорослей, а так же устранить все имеющиеся недостатки применяемых на сегодня культиваторов. Скорость получения и качество готового продукта должны выйти на новый уровень и, в то же самое время, сократиться затраты на электроэнергию и работу обслуживающего персонала.

На основе вышесказанного, в сравнении с использующимися на данный момент фото-биореакторами, данная установка по культивированию хлореллы может получить масштабное развитие не только в больших сельскохозяйственных производствах, но и на малых фермах, т.к. увеличивается продуктивность сельскохозяйственных животных при использовании суспензии хлореллы. Более того, хлорелла, являясь пробиотиком, позволяет отказаться от кормовых антибиотиков.

Ценность проекта для потребителей в том, что простота и надежность технологии культивирования хлореллы позволяет получать ее в условиях хозяйств, круглый год стабильно высокого качества в необходимом объеме и для нее не применительно понятие срока хранения. Но стоит отметить, что при скармливании животным в свежеприготовленном виде, хлорелла гарантирует полную сохранность в ее составе особо ценных веществ, имеющих по своей природе минимальные сроки хранения.

#### **Список литературы:**

1. Музафаров А.М., Таубаев Т.Т. Культивирование и применение микроводорослей. – Т.: ФАН Узбекской ССР, 1984. – 122 с.
2. Кругликова Л.Л., Яковлев А.Н., Савинова Д.М. Влияние фотометрических характеристик источника излучения на эффективность выращивания микроводоросли CHLORELLA // Сборник статей XX Международная научно-практическая конференция «СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ», ТПУ Томск, 2014. – С. 135 – 136.
3. Основные принципы фоторецепции. Электронный ресурс. URL: <http://ledcentre.ru/> (Дата обращения 20.02.2015г.)
4. Замятина О. М., Мозгалева П. И., Лычаева М. В. Проектно-ориентированное обучение в системе элитного технического образования в ТПУ // В сборнике: Уровневая подготовка специалистов: государственные и международные стандарты инженерного образования : сборник трудов научно-методической конференции. Томск: Изд-во ТПУ. 2013. С. 160-163.
5. Геворгиз Р.Г., Щепачёв С.Г. Предельная оценка продуктивности микроводорослей в условиях естественного и искусственного освещения // Экология моря. – 2010. – Вып. 80. – С. 29 – 33.
6. Официальный сайт ООО НПК "ДЕЛО" – ХЛОРЕЛЛА. Электронный ресурс. URL: [хлорелла.рф](http://хлорелла.рф) – (Дата обращения 14.09.2014г.)

### **Кружка-непроливайка MSFY-1**

Каймонов М. Р., Таратушкина В. В., Терентьева О. Ю.

[snoormax01@yandex.ru](mailto:snoormax01@yandex.ru), [lerataratushkina@mail.ru](mailto:lerataratushkina@mail.ru), [oksanaterenteva95@mail.ru](mailto:oksanaterenteva95@mail.ru)

*Эксперт, ассистент, Мозгалева Полина Игоревна, кафедра оптимизации систем управления.*

В настоящий момент современный человек все меньше имеет свободного времени, так как он стремится успеть сделать все запланированные дела за ограниченное время. И чтобы решить эту проблему человек пытается совместить несколько дел сразу. Так, например, удовлетворяя биологическую потребность в еде, он может читать газету или работать за компьютером. В результате нередко случается так, что по-неосторожности мы можем пролить на важные вещи (документы, клавиатуру и др.) жидкость из стакана.

В целях предотвращения данных случайностей была разработана специальная конструкция кружки-непроливайки. Данный объект представляет собой закрытую кружку с особым механизмом открывания, которую легко использовать. Таким образом, человек получает возможность быть застрахованным от неприятных