Оглавление

[ВВЕДЕНИЕ 5](#_Toc11082706)

[Анализ предметной области 7](#_Toc11082707)

[ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ 8](#_Toc11082708)

[Цели 8](#_Toc11082709)

[Априорные модельные представления 8](#_Toc11082710)

[1. Интеллектуальное управление в робототехнике и биосистемах 9](#_Toc11082711)

[1.1 Системы управления с обратной связью 9](#_Toc11082712)

[1.2 Автоматические системы управления 10](#_Toc11082713)

[1.3 Биотехнические системы управления 11](#_Toc11082714)

[1.4 Нечеткая логика 12](#_Toc11082715)

[1.5 Нейронные сети 14](#_Toc11082716)

[2. Электрические сигналы у высших растений 19](#_Toc11082717)

[3. Оборудование для стенда 28](#_Toc11082718)

[3.1 Датчики 28](#_Toc11082719)

[3.2 Свет 31](#_Toc11082720)

[3.4 Устройство полива 37](#_Toc11082721)

[3.5 Осциллограф 38](#_Toc11082722)

[3.6 Схема подключения 38](#_Toc11082723)

[4 Программная часть (тут описание стенда, и какие лабораторные практики мне на нем делать) 39](#_Toc11082724)

[4.1 Модель системы 39](#_Toc11082725)

[4.1.1 Логическая модель системы 39](#_Toc11082726)

[4.1.2 Физическая модель системы 39](#_Toc11082727)

[4.2 Модель данных 39](#_Toc11082728)

[4.2.1 Логическая 39](#_Toc11082729)

[4.2.2 Физическая 41](#_Toc11082730)

[4.3 Описание программы 41](#_Toc11082731)

[Заключение 42](#_Toc11082732)

[Список литературы 43](#_Toc11082733)

[Приложение 1 43](#_Toc11082734)

Про цветочек, который ездит под свет

<https://nplus1.ru/news/2018/12/05/self-driving-plant>

Не понимаю куда вставить про то что мой диплом является частью проекта!!!

Не знаю, как правильно вставить текст, который из нира (Который масштабная работа)

Если нужны какие-либо файлы — вот ссылка на гитхаб с дипломом

Там все файлы дипломные

<https://github.com/imkaef/ENDWORK>

основной файл ПЛАН ДИССЕРТАЦИИ

где выделено это я привлекая ваше внимание

большой текст желтым про ботанику отметил для себя

**Тема** Разработка структуры программно-аппаратного стенда поддержки интеллектуального управления в биосистемах и робототехнике

# ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация является неотъемлемой частью производственного процесса во многих отраслях производства. Это одно из самых развивающихся направлений научно-технического процесса. В настоящее время автоматизация позволяет повышать производительность производства, улучшать условия труда сотрудников, осуществлять технологические процессы без непосредственного участья обслуживающего персонала, причем при полной автоматизации производства, роль персонала может сводиться к общему наблюдению за работой оборудования, настройкой и наладкой аппаратуры. С течением времени задачи систем автоматизации расширяются. Одной из задач становится автоматическая перенастройка оборудования при внесении изменений в условия работы для получения оптимальных результатов и эффективной работы. Количество оборудования, работающих без участья обслуживающего персонала, увеличивается. Для нормального функционирования автоматизированных систем необходимы специалисты, способные создать такие системы, правильно их настроить и сопровождать. С целью обучения специалистов по автоматизации была предложена идея создания учебного стенда для получения навыков поддержки и создания интеллектуального управления у студентов. Для корректной работы аппаратного стенда, требуется разработать программною обеспечения для управления этим стендом.

В настоящее время, распространение получили биосенсоры различного назначения и когнитивные интерфейсы. Большинство биосенсоров выполняют сбор и анализ информации, с последующим, сравнением шаблонов биологического объекта. Биосенсоры выполняют роль сейсмодатчика генерирующего необходимые амплитуды по показателю напряжение. В свою очередь анализ сигналов и их интерпретацию предполагается осуществлять методами мягких и квантовых вычислений, позволяющими извлекать знания из поведения реального физического объекта. Предлагается разработать и подготовить к испытаниям уникальное регистрирующее устройство собственной конструкции, предназначенное для улавливания сейсмоволн и сигнализации, а также биоробот как макет лабораторного тренажера с последующем внедрением в учебный процесс.

МЕНЯТЬ НАДО

# Анализ предметной области

экспериментальные разработки - деятельность, основанная на знаниях, приобретенных в результате проведения научных исследований или на основе практического опыта, и направленная на сохранение жизни и здоровья человека, создание новых материалов, продуктов, процессов, устройств, услуг, систем или методов и их дальнейшее совершенствование.

МЕНЯТЬ ДОБАВЛЯТЬ

# ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

## Цели

Разработка стенда когнитивного интеллектуального управления в биосистемах и робототехнике на основе технологий квантовых и мягких вычислений. Разработанная стенда когнитивного интеллектуального управления должна включать: Описание моделей гибридного управления в структуре человек – робот - биосистема, протоколы и анализ сигналов взаимодействия; алгоритмы и методические рекомендации по применение разработанной технологии.

## Априорные модельные представления

Предполагаемая система будет обеспечивать предоставление информации всем сотрудникам комплекса о необходимых работах, проделанных работах и затраченных ресурсах. Проектируемая система должна выполнять следующие функции каждого пользователя:

Функции агронома:

1. авторизация;
2. определения выращиваемых культур;

3) составление плана;

4) составление правил орошения и удобрения;

5) просмотр показателей датчиков;

6) просмотр автоматически-определенных процедур;

7) редактирование автоматически-определенных заданий;

8) просмотр имеющихся удобрений;

9) просмотр отчетов по выполненным процедурам.

Функции завхоза:

1. авторизация;

2) определение затрат на сезон;

3) просмотр имеющихся удобрений;

4) назначение удобрений лаборанту;

5) просмотр отчетов по выполненным процедурам;

Функции лаборанта:

1. просмотр заданий;
2. просмотр показателей датчиков;
3. просмотр правил;
4. формирование отчета по выполненным процедурам;
5. просмотр отчетов по выполненным процедурам;

**ПОЛНОСТЬ ПЕРЕДЕЛАЮ ЕСЛИ ЕСТЬ ПРЕДЛЛОЖЕНИЯ НАПИШИТЕ ИХ**

# Интеллектуальное управление в робототехнике и биосистемах

## Системы управления с обратной связью

Управление с обратной связью – это процесс в системе, где управляемая переменная (регулируемая переменная) постоянно контролируется и сравнивается с заданным значением (опорная переменная). В зависимости от результата такого сравнения входная переменная системы изменяется так, чтобы произошла регулировка выходной переменной до заданного значения независимо от всех отклонений. В результате такой реакции системы возникает замкнутый поток действий

В механизмах или системах часто необходимо установить предварительно заданные значения таких переменных, как давление, температура или расход. Боле того, такие установленные значения не должны изменяться даже в случае возникновения каких-либо возмущений. Выполнение данных функций обеспечивается управлением с обратной связью.

Управление с обратной связью позволяет устранять любые вопросы, связанные с данной задачей.

Чтобы переменной можно было управлять, и чтобы она была доступна регулятору с обратной связью в виде электрического сигнала, сначала ее необходимо измерить и соответствующим образом преобразовать.

Эту переменную необходимо сравнить с заданным значением или шаблоном значений в регуляторе. После чего по результатам этого сравнения следует определить требуемую реакцию в системе.

И наконец, в системе следует найти соответствующую точку, посредством которой можно регулировать данную переменную (например, привод нагревателя). Чтобы иметь такую возможность, важно обладать данными о поведении системы.

Технология управления с обратной связью предполагает попытку установления общеприменимых взаимосвязей, которые повсеместно возникают при применении различных технологий.

**Отрицательная ОС** изменяет входной сигнал таким образом, чтобы противодействовать изменению выходного сигнала. Это делает систему более устойчивой к случайному изменению параметров. Пример: усилитель звуковых частот (прибор для усиления электрических колебаний, соответствующих слышимому человеком звуковому диапазону частот).

**Положительная ОС**, наоборот, усиливает изменение выходного сигнала. Положительная обратная связь ускоряет реакцию системы на изменение входного сигнала, поэтому её используют в определённых ситуациях, когда требуется быстрая реакция в ответ на изменение внешних параметров. В то же время ПОС приводит к неустойчивости и возникновению качественно новых (автоколебательных) систем, называемых генераторы (производители). Пример: Автогенератор вырабатывает электрические (электромагнитные) колебания, поддерживающиеся подачей по цепи положительной обратной связи части переменного напряжения с выхода автогенератора на его вход. Это будет обеспечено тогда, когда нарастание колебательной энергии будет превосходить потери). При этом амплитуда начальных колебаний будет нарастать.

Отрицательная обратная связь широко используется в замкнутых автоматических системах с целью повышения устойчивости (стабилизации), улучшения переходных процессов, понижения чувствительности и т.п. (под чувствительностью понимается отношение бесконечно малого изменения выходного воздействия к вызвавшему его бесконечно малому входному воздействию). Положительная обратная связь усиливает выходное воздействие звена (или системы), приводит к повышению чувствительности и, как правило, к понижению устойчивости (часто к незатухающим и расходящимся колебаниям), ухудшению переходных процессов и динамических свойств и т.п.

## Автоматические системы управления

Автоматические системы управления. Это те СУ, которые способны работать без участия человека вовсе. Им достаточно заранее заложить схему поведения («делать что-то пока не …», «если …, то …, иначе ...»), задать последовательность, задать координаты и т.п. Такие роботы очень удобны в тех случаях, когда работа постоянная, цикличная и не меняется в процессе её выполнения. А также не нужно тратить деньги на оператора, да и скорости автоматические СУ достигают более высокой, чем прочие (где участвует человек). Не менее важно то, что при работе таких роботов повышается безопасность, так как участие человека в техническом процессе либо минимально, либо отсутствует вовсе.

Программные — это подкатегория СУ, в которой роботы имеют заранее заданную последовательность действий - программу. Позволяют с высокой скоростью, надежностью и эффективностью выполнять повторяющиеся действия. Главный плюс - легко перепрограммируются, что повышает их адаптивность.

Адаптивные — это подкатегория СУ, которая является модифицированной версией программных. Главное отличие — это наличие адаптивного обеспечения: камер, ультразвуковых датчиков расстояния, датчиков касания, системы распознавания цвета/размера/образа и т.п. Всё это позволяет роботу самостоятельно корректировать свои действия и подстраиваться под изменения внешних условий.

Интеллектуальные — это подкатегория СУ, являющаяся еще более глубокой модернизацией предыдущих двух подкатегорий. Наиважнейшим отличием является возможность обратного общения с человеком, планирование и перепланирование поведения, навигация, самообучение и общение, взаимодействие с другими роботами и оборудованием, инструментами.

## Биотехнические системы управления

Биотехнические системы управления. Это категория, в которой манипулятор робота в точности копирует движение руки оператора. Это довольно удобно, так как человек-оператор может находиться на достаточно большом расстоянии от зоны выполнения работ, где ему может угрожать как опасность самых низких уровней (обольёт водой), так и средних (попадет в глаза раствором), так и высокой, и смертельной (из-за аварии упадет какой-либо тяжелый агрегат). Также удобным фактором является то, что задачи можно выполнять с масштабированием (например, сантиметровое смещение руки оператора равно 5 см смещения манипулятора).

Командные — это подкатегория СУ, в которой управление реализуется при помощи рычагов и кнопок, каждая из которых отвечает за своё звено, или какую-либо функцию. Плюсы здесь являются обратной стороной минусов — с одной стороны можно очень точно выставить каждое звено в необходимое оператору положение, а с другой - сделать это занимает много сил, времени и усердия.

Копирующие — это подкатегория СУ, которые повторяют движения человека. Наиболее распространенным видом являются экзоскелеты, которые одеваются на всё тело, на несколько частей тела или на отдельную конечность. Обладают некоторой портативностью (хоть и далекой от идеала), что позволяет использовать их даже в повседневной жизни. Другой вид — это СУ, где движение передается задающим органом (например, рычагом). На данный момент, один из копирующих манипуляторов умеет поднимать до 3 тонн груза. Пример: экзоскелет *XOS* от компании *Sarcos*. Он увеличивает силу человека и позволяет с минимальной затратой сил переносить тяжелые физические нагрузки. *XOS* обладает продвинутой системой связи человека с механической частью, благодаря чему движения пилота и машины практически синхронны. Датчики мускульной активности со всех частей тела передают информацию на бортовой компьютер (находится на спине экзоскелета), который координирует все действия экзоскелета. В результате этого человек практически не испытывает усталости при физических нагрузках. Минус данной конструкции - огромное энергопотребление и ограниченность движений пилота.

Полуавтоматические - это подкатегория СУ, которая, по сути, является глубокой модернизацией предыдущих двух подкатегорий в том плане, что на систему устанавливается микро-ЭВМ, которая занимается вычислением движений робота, что позволяет с помощью одного рычага управлять всей кинематикой робота.

## Нечеткая логика

Основы нечёткой логики были заложены в конце 60-х годов 20 века в работах известного американского математика Латфи Заде [10]. Исследования такого рода было вызваны возрастающим недовольством экспертными системами. "искусственный интеллект", который легко справлялся с задачами управления сложными техническими комплексами, был беспомощным в простейших непредвиденных ситуациях. Ситуация отражается в высказываниях из повседневной жизни, типа: "Если в машине перед тобой сидит неопытный водитель - держись от нее подальше". Для создания действительно интеллектуальных систем, способных адекватно взаимодействовать с человеком, был необходим новый математический аппарат, который переводит неоднозначные жизненные утверждения в язык четких и формальных математических формул. Первым серьезным шагом в этом направлении стала теория нечетких множеств, разработанная Заде. Его работа "Fuzzy Sets", опубликованная в 1965 году в журнале "Information and Control", заложила основы моделирования интеллектуальной деятельности человека и стала начальным толчком к развитию новой математической теории интеллектуальных систем управления (ИСУ).

Нечёткие системы возникли благодаря желанию описывать стратегии управления на качественном лингвистическом уровне.

Построение терм множеств лингвистических переменных является важным этапом формирования баз знаний (БЗ) нечётких систем, и, в особенности, нечётких регуляторов (НР). Структура терм множества лингвистической переменной характеризуется числом и типом функции принадлежности, характеризующих элементы терм – множества данной переменной рис 3.1.

В практике создание БЗ нечётких систем, построение терм – множеств осуществляется экспертом на основании личного опыта. Либо БЗ интерактивно подбирается, до достижения ее оптимальной структуры. Выбор структуры лингвистических переменных косвенно влияет на объем и адекватность получаемой базы продукционных правил.

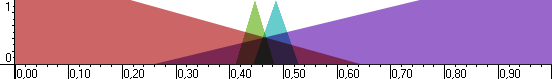


Рисунок 3.1. Лингвистическая переменная

Коротко перечислим преимущества fuzzy-систем по сравнению с другими:

1. Возможность оперировать нечёткими входными данными: например, непрерывно изменяющиеся во времени значения (динамические задачи), значения, которые невозможно задать однозначно (результаты статистических опросов, рекламные компании и т.д.);

2. Возможность нечёткой формализации критериев оценки и сравнения: оперирование критериями "большинство", "возможно", "преимущественно" и т.д.;

3. Возможность проведения качественных оценок, как входных данных, так и выходных результатов: возможность оперировать не только значениями данных, но и их степенью достоверности и ее распределением.

На рис. 3.2 представлена типичная система управления с нечётким контроллером. На вход контроллеру поступают ошибка управления, ее интеграл и изменения. Выход контроллера — это ПИД – коэффициенты управления системой.



Рисунок 3.2. Структура САУ с нечётким регулятором

## Нейронные сети

Нейронная сеть — попытка с помощью математических моделей воспроизвести работу человеческого мозга для создания машин, обладающих искусственным интеллектом.

Искусственная нейронная сеть обычно обучается с учителем. Это означает наличие обучающего набора, который содержит примеры с истинными значениями: тегами, классами, показателями.

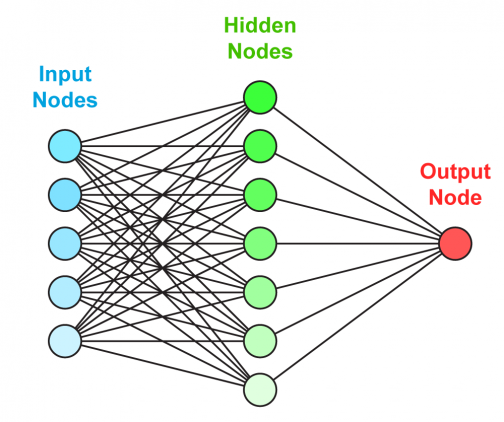
Неразмеченные наборы также используют для обучения нейронных сетей, но мы не будем здесь это рассматривать.

Например, если вы хотите создать нейросеть для оценки тональности текста, датасетом будет список предложений с соответствующими каждому эмоциональными оценками. Тональность текста определяют признаки (слова, фразы, структура предложения), которые придают негативную или позитивную окраску. Веса признаков в итоговой оценке тональности текста (позитивный, негативный, нейтральный) зависят от математической функции, которая вычисляется во время обучения нейронной сети.

Раньше люди генерировали признаки вручную. Чем больше признаков и точнее подобраны веса, тем точнее ответ. Нейронная сеть автоматизировала этот процесс.

Искусственная нейронная сеть состоит из трех компонентов:

* Входной слой;
* Скрытые (вычислительные) слои;
* Выходной слой.

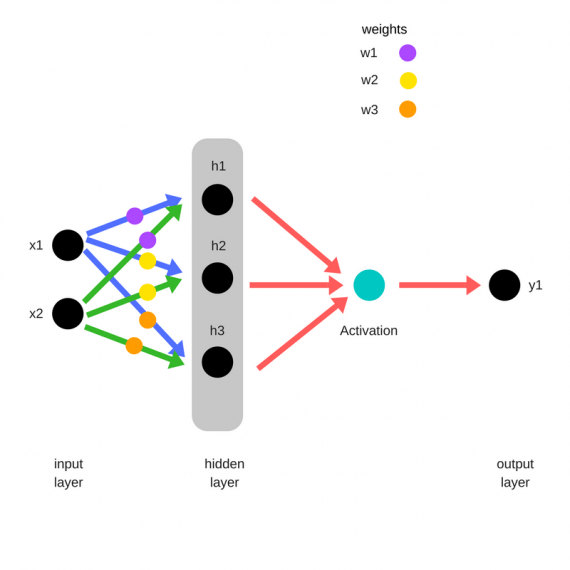


Обучение нейросетей происходит в два этапа:

* Прямое распространение ошибки;
* Обратное распространение ошибки.

Во время прямого распространения ошибки делается предсказание ответа. При обратном распространении ошибка между фактическим ответом и предсказанным минимизируется.

Прямое распространение ошибки



Зададим начальные веса случайным образом:

* w1
* w2

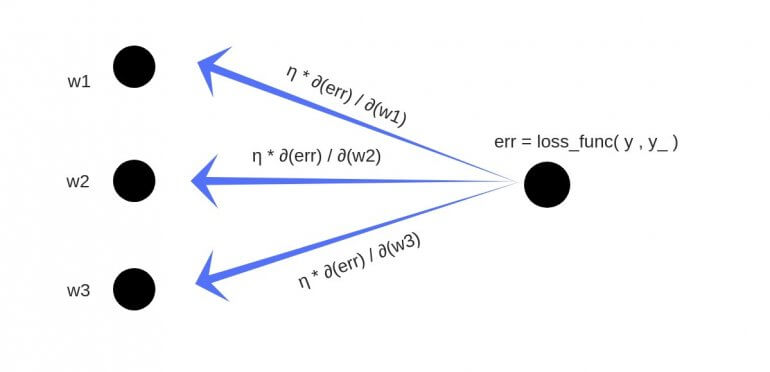
Умножим входные данные на веса для формирования скрытого слоя:

* h1 = (x1 \* w1) + (x2 \* w1)
* h2 = (x1 \* w2) + (x2 \* w2)
* h3 = (x1 \* w3) + (x2 \* w3)

Выходные данные из скрытого слоя передается через нелинейную функцию (функцию активации), для получения выхода сети:

* y\_ = fn(h1 , h2, h3)

Обратное распространение



Суммарная ошибка (total\_error) вычисляется как разность между ожидаемым значением «y» (из обучающего набора) и полученным значением «y\_» (посчитанное на этапе прямого распространения ошибки), проходящих через функцию потерь (cost function).

Частная производная ошибки вычисляется по каждому весу (эти частные дифференциалы отражают вклад каждого веса в общую ошибку (total\_loss)).

Затем эти дифференциалы умножаются на число, называемое скорость обучения или learning rate (η).

Полученный результат затем вычитается из соответствующих весов.

В результате получатся следующие обновленные веса:

* w1 = w1 — (η \* ∂(err) / ∂(w1))
* w2 = w2 — (η \* ∂(err) / ∂(w2))
* w3 = w3 — (η \* ∂(err) / ∂(w3))

То, что мы предполагаем и инициализируем веса случайным образом, и они будут давать точные ответы, звучит не вполне обоснованно, тем не менее, работает хорошо.

Если вы знакомы с рядами Тейлора, обратное распространение ошибки имеет такой же конечный результат. Только вместо бесконечного ряда мы пытаемся оптимизировать только его первый член.

Смещения – это веса, добавленные к скрытым слоям. Они тоже случайным образом инициализируются и обновляются так же, как скрытый слой. Роль скрытого слоя заключается в том, чтобы определить форму базовой функции в данных, в то время как роль смещения – сдвинуть найденную функцию в сторону так, чтобы она частично совпала с исходной функцией.

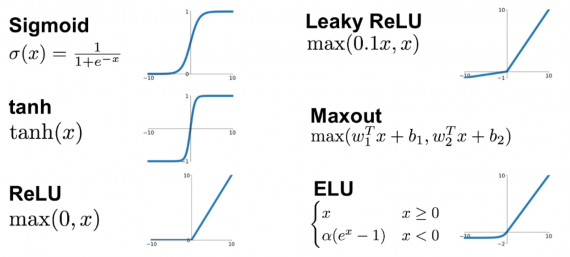
**Частные производные**

Частные производные можно вычислить, поэтому известно, какой был вклад в ошибку по каждому весу. Необходимость производных очевидна. Представьте нейронную сеть, пытающуюся найти оптимальную скорость беспилотного автомобиля. Если машина обнаружит, что она едет быстрее или медленнее требуемой скорости, нейронная сеть будет менять скорость, ускоряя или замедляя автомобиль. Что при этом ускоряется/замедляется? Производные скорости.

**Функция активации (activation function)**

Функция активации — это один из самых мощных инструментов, который влияет на силу, приписываемую нейронным сетям. Отчасти, она определяет, какие нейроны будут активированы, другими словами, и какая информация будет передаваться последующим слоям.

Без функций активации глубокие сети теряют значительную часть своей способности к обучению. Нелинейность этих функций отвечает за повышение степени свободы, что позволяет обобщать проблемы высокой размерности в более низких измерениях. Ниже приведены примеры распространенных функций активации:



**Функция потери (loss function)**

Функция потерь находится в центре нейронной сети. Она используется для расчета ошибки между реальными и полученными ответами. Наша глобальная цель — минимизировать эту ошибку. Таким образом, функция потерь эффективно приближает обучение нейронной сети к этой цели.

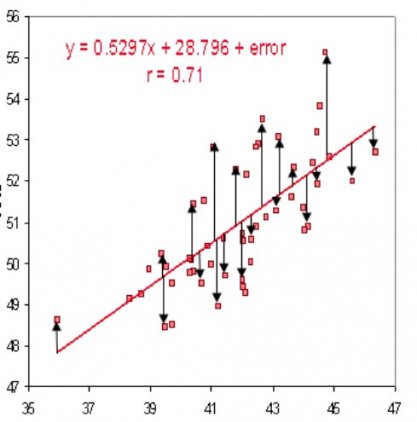
Функция потерь измеряет «насколько хороша» нейронная сеть в отношении данной обучающей выборки и ожидаемых ответов. Она также может зависеть от таких переменных, как веса и смещения.

Функция потерь одномерна и не является вектором, поскольку она оценивает, насколько хорошо нейронная сеть работает в целом.

Некоторые известные функции потерь:

* Квадратичная (среднеквадратичное отклонение);
* Кросс-энтропия;
* Экспоненциальная (AdaBoost);
* Расстояние Кульбака — Лейблера или прирост информации.

Среднеквадратичное отклонение – самая простая функция потерь и наиболее часто используемая. Она задается следующим образом:



Функция потерь в нейронной сети должна удовлетворять двум условиям:

* Функция потерь должна быть записана как среднее;
* Функция потерь не должна зависеть от каких-либо активационных значений нейронной сети, кроме значений, выдаваемых на выходе.

НУЖНО ЛИ ТАК МНОГО ПРО СЕТИ???

# Электрические сигналы у высших растений

ПРО РАСТЕНИЯ Я СОКРАЩУ ОСТАВЛЮ ТОЛЬКО НУЖНОЕ

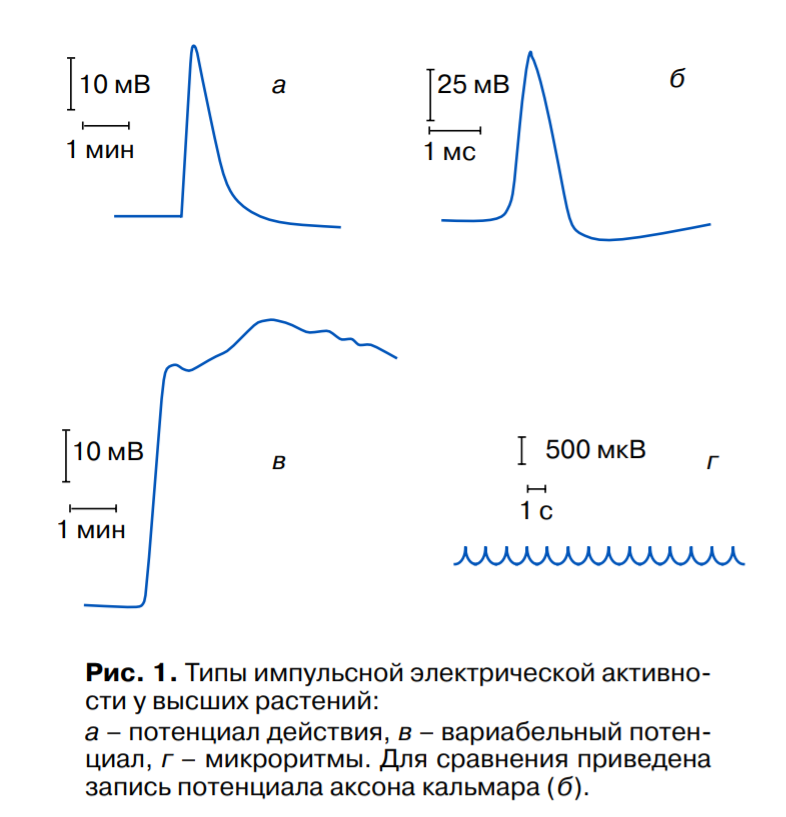
Так программно-алгоритмический стенд дает возможность создавать нейронные сети, которые позволят людям с протезами быстрее адоптироваться к их нейро импульсам. Для начала работы нужно понимать, как снимать нужные нам сигналы с живого существа. В программно-аппаратном стенде живых существ будут представлять растение.

Чем отличаются растения от животных? На этот вопрос биолог даст развернутый ответ, приведя ряд особенностей, свойственных только растениям, к примеру фотосинтез, Простой человек не приближенный к биологии отметит лишь одну наиболее яркую особенность – животные обладают чувствительностью и активно реагируют на внешние воздействия. Растения, как правило, ведут неподвижный или малоподвижный образ жизни и внешне не проявляют быстрых реакций на действие раздражителей. На самом деле это не так. Растениям, свойственна элементарная чувствительность, в осуществлении которой важную роль играет электрический тип сигнализации. По общим признакам он очень напоминает электрические процессы в нерве во время распространения нервного импульса.

Одним из первых мысль о том, что растения обладают раздражимостью, то есть способны быстро реагировать на внешние воздействия и передавать сигнал об этом воздействии от одного органа к другому, высказал Ч. Дарвин (1875) [1]. Его внимание привлекли насекомоядные растения, например мухоловка, которые могут с помощью специальных приспособлений захватывать мелких насекомых и использовать их в пищу. Ловчие органы этих растений очень быстро механически реагируют на прикосновение насекомого. В этом Ч. Дарвин увидел большое сходство с поведением животных. Однако он не знал, что является основой такой высокой чувствительности. В 1887 году Бердон-Сандерсон показал, что быстрое движение мухоловки сопровождается распространением в ее лопастях электрических импульсов, которые очень напоминают потенциалы действия в нерве. В начале XX века решающее значение в изучении процессов раздражимости и возбудимости у растений имели работы индийского ученого Джагдиш Чандра. Боса [2]. Д. Бос проводил опыты на мимозе, которая, так же, как и насекомоядные растения, проявляет способность к быстрым движениям в ответ на механическое раздражение. Используя весьма чувствительную экспериментальную технику, Д. Бос установил, что раздражение листа мимозы вызывает возникновение в черешке электрических импульсов, которые, распространяясь до листовых подушечек, приводят к их сокращению и опадению листа. Электрические импульсы в черешке мимозы оказались очень похожими на те, которые возникают в ответ на раздражение у животных. Проводя многочисленные эксперименты с мимозой, Д. Бос все больше убеждался в сходстве восприятия и передачи раздражения у животных и растений. Этому сходству Д. Бос придавал большое значение, справедливо видя в нем убедительное подтверждение мысли о том, что растения и животные при всем кажущемся различии в их образе жизни, не отличаются принципиально своими реакциями на внешние воздействия. Для утверждения этой идеи было важно выяснить, является ли свойство раздражимости присущим только небольшой «экзотической» группе растений с быстрыми двигательными реакциями, или оно характерно для всех высших растений. Уже в опытах Д. Боса были получены данные, показывающие, что весьма быстрые электрические ответные реакции на внешние раздражители можно наблюдать и у некоторых высших растений. Если взять высшее растение, к примеру, тыкву и поднести к кончику листа горящую спичку и чуть-чуть подпалить его. Нам известно то, что растения внешним видом не отреагирует на это воздействие. Но если до этого подвести к стеблю растения два электрода и соединим их с устройством считывания электрических сигналов, то, будет видно, что спустя короткий промежуток времени после рaздражения устройство зарегистрирует электро-сигнал, распространяющийся от листьев к корню, который и является сигналом о внешнем воздействии. Похожий электрический сигнал, но проходящий от корня к листьям, можно получить, подействовав на корни. Возникает такой сигнал и при воздействие раздражителей на другие участки растений.

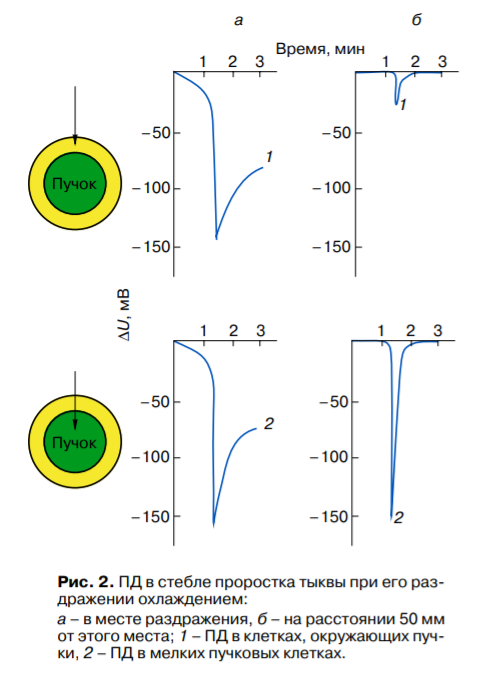
Набор раздражителей, на которые растение откликается, возникновением электро-сигнала, очень большой. К примеру, изменение показателей температурного режима, механические воздействия, облучения части растений светом разного спектрального состава. При этом неправильно предполагать, что растения меньше способны реагировать на внешние раздражения, нежели животные. Существуют случаи, когда клетки растений отвечают созданием электро-сигналов на такие раздражители, которые кажутся не существенными. Например, отрезок волоса весом всего в 0,0001 мг при соприкосновении с щупальцем росянки, вызывает ответную реакцию и заметное движение щупальца. В наших опытах понижение температуры от 23С вызывало создание распространяющихся электро-сигналов в стебле тыквы [4]. Так, в обычной обстановке появление электрических импульсов у растения должно быть связано с действиями не только сильных, раздражающих факторов, но и слабых изменениях в окружающей среде, которые наблюдается в естественных условиях.

Удалось выявить по крайней мере три типа электрических сигналов, возникающих у растений в ответ на внешние воздействия. Первый тип – это потенциалы действия (ПД). Такое название этот тип электрических сигналов у растений получил благодаря тому, что по ряду признаков и механизму возникновения он соответствует ПД, возникающим в нервах животных. На рис. 1 представлены записи ПД стебля тыквы и аксона кальмара. Видно, что внешне они очень сходны и состоят из двух ветвей: восходящей (или фазы деполяризации, во время которой происходит уменьшение потенциала возбудимой мембраны) и нисходящей (или фазы реполяризации, в ходе которой мембранный потенциал восстанавливается до исходного уровня). Амплитуда обоих ПД составляет несколько десятков милливольт. Их внешнее отличие состоит в том, что в нервном волокне процессы деполяризации – реполяризации происходят значительно быстрее, что связано с особенностями строения возбудимых мембран. Поэтому общая длительность ПД в аксоне кальмара составляет всего несколько миллисекунд, в то время как длительность ПД в стебле тыквы достигает нескольких секунд и даже десятков секунд.

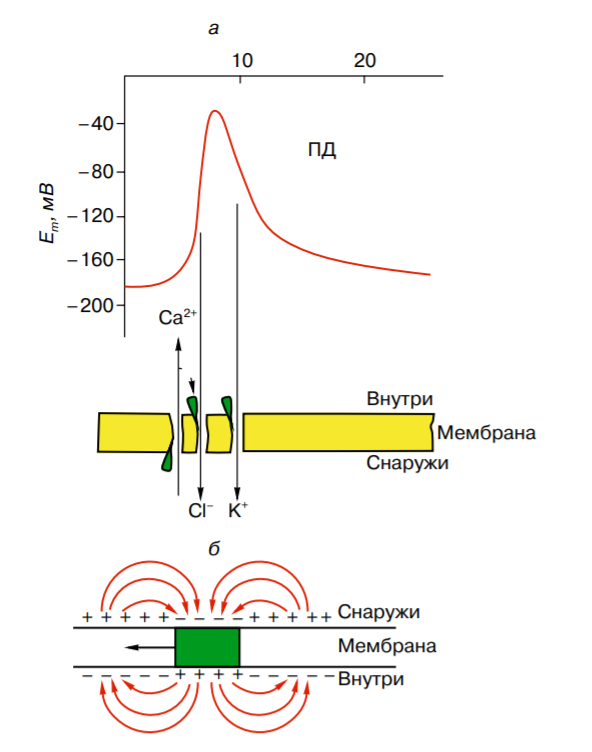


Второй тип электрических сигналов у высших растений – это так называемые вариабельные потенциалы (ВП), которые возникают при действии весьма сильных раздражителей (ожог, механическое повреждение ткани). Как видно из рис. 1, они лишь частично напоминают ПД. Как и у ПД, у них четко наблюдается фаза деполяризации. Однако фаза реполяризации очень растянута. ВП имеют природу, несколько отличную от природы ПД. Наконец, с помощью специальной чувствительной техники у высших растений были зарегистрированы микроритмы (рис. 1), которые имеют очень небольшую амплитуду (обычно несколько микровольт) и носят весьма нерегулярный характер. Природа микроритмов пока остается неясной. Из всех типов электрических сигналов у растений особое внимание уделяется ПД, поскольку его генерация и распространение представляют собой один из универсальных способов передачи информации о внешнем воздействии в живой природе.

Возникнув в той или иной части растения, ПД распространяются по нему обычно со скоростью нескольких сантиметров в 1 с (или в 1 мин) и таким образом передают известие о внешнем раздражении. Как известно, у животных проводниками ПД являются нервные волокна. Их возникновение в ходе эволюции было большим шагом вперед в развитии этих организмов. Есть ли что-то аналогичное нервам у высших растений? В поиске ответа на этот вопрос естественно обратить внимание на проводящие пучки («жилки»), которые пронизывают все ткани и органы растения. Давно известно, что проводящие пучки служат для транспортировки по растению воды и питательных веществ. Но, может быть, они “по совместительству” могут служить каналом и для распространения ПД? Решение этого вопроса имеет принципиальное значение. Очень образно на этот счет высказался К.А. Тимирязев, который отметил, что “если у растений подтвердится (предполагаемое некоторыми учеными) существование известных путей, по которым раздражение сообщается быстрее, чем по другим, то в них придется признать нечто по крайней мере физиологически соответствующее нервам”. Д. Бос одним из первых экспериментально доказал причастность проводящих пучков высших растений к распространению ПД. Для этого он использовал разработанный им метод электродного зондирования. Суть метода состояла в том, что с помощью микровинтов в ткани растения погружали металлический микроэлектрод, который был соединен с измерительной установкой. Таким образом можно было отводить электрические сигналы от разных зон стебля или черешка. На основании этих опытов Д. Бос пришел к выводу, что только в проводящих пучках происходит распространение ПД. При этом важно, что электрические импульсы распространяются не по крупным сосудам, а по мелким пучковым клеткам (мелким клеткам флоэмы и протоксилемы). Это свидетельствует о том, что каналы передвижения веществ и распространения электрических импульсов в проводящих пучках пространственной разделены. Следовательно, у растений, хотя и отсутствуют специальные образования (наподобие нервов), приспособленные только для проведения ПД, в проводящих пучках имеются особые ткани, выполняющие эту функцию. С помощью современных экспериментальных приемов этот вопрос детально исследовали в нашей лаборатории. Применяя зондирование стебля тыквы микроэлектродом, мы установили, что в месте раздражения ПД возникают примерно одинаковой амплитуды не только в указанных выше мелких клетках пучка, но и в клетках окружающей его основной паренхимы (рис. 2). Однако на расстоянии от этого места ПД регистрируются только в проводящих пучках. Таким образом, ПД генерируют как пучковые, так и вне пучковые клетки, но проводить его могут только первые. Как было нами показано [4], причина этих различий лежит в особенностях межклеточных связей. У мелких пучковых клеток такие связи (в частности, с помощью специальных пор-плазмодесм) выражены гораздо лучше, что и обеспечивает их лучшую способность проводить ПД.

Когда стало ясно, что ПД у высших растений – это весьма универсальное и широко распространенное явление, возник вопрос о том, что же они собой представляют. Конечно, они очень напоминают ПД нервов.

Но, может, это сходство чисто внешнее? Ведь очень уж отличаются по образу жизни животные и растения. В нашей лаборатории мы специально исследовали этот вопрос. Поскольку генерация ПД у животных связана с передвижением через возбудимую мембрану ионов натрия и калия, то поведение ионов при генерации ПД у растений естественно нас очень интересовало. Применяя различные методы исследования, в том числе и метод меченых атомов, мы показали, что, когда в растении генерируется ПД, так же, как и в нерве, возникают ионные потоки (рис. 3а). Вначале под влиянием внешнего раздражителя увеличивается проницаемость мембраны для ионов кальция в результате открывания кальциевых каналов.



Ионы кальция входят внутрь проводящих ПД клеток, поскольку их больше во внешней среде. Войдя внутрь возбудимых клеток, они активируют хлорные каналы, которые открываются. Это приводит к возникновению направленного наружу потока ионов хлора, так как их концентрация выше внутри клеток. Поток отрицательно заряженных ионов хлора наружу приводит к деполяризации мембраны, поскольку ее внешняя сторона заряжена положительно, а внутренняя – отрицательно. Возникает восходящая ветвь ПД. Деполяризация мембраны способствует открыванию калиевых каналов и возникновению направленного наружу потока ионов калия, которых, также, как и ионов хлора, больше внутри клетки, чем в наружной среде. Нетрудно понять, что этот поток будет оказывать на мембранный потенциал деполяризующее действие, то есть приводить к восстановлению его исходного значения.

Нарисованная картина очень напоминает то, что происходит при генерации ПД в нерве, только вместо ионов натрия в качестве деполяризующего иона у высших растений выступают ионы хлора. Это представляется чрезвычайно важным заключением, поскольку свидетельствует об общности механизмов генерации ПД в живой природе. Что касается механизма распространения ПД у растений, то он также подобен таковому у животных. Деполяризация, лежащих в основе генерации ПД у высших растений (объяснение в тексте), и схема распространения ПД в возбудимой мембране (б). При возбуждении между невозбужденными участками мембраны и возбужденным участком протекают местные токи, которые вызывают деполяризацию возбужденного участка. В то же время соседние с возбужденным участки деполяризуются. Когда величина деполяризации впереди фронта возбуждения достигает порогового уровня, здесь возникает ПД. Этот механизм обеспечивает его распространение. Сзади фронта возбуждения ПД не возникает, так как там имеется состояние не возбудимости (рефрактерности).

участка ткани в месте генерации ПД приводит к возникновению круговых местных токов, протекающих между деполяризованным возбужденным участком ткани и соседними участками, где мембранный потенциал клеток сохраняет нормальный уровень. Эти токи деполяризуют соседние с возбужденным участком области, что приводит к возникновению в них ПД и таким образом к его распространению от исходного места (рис. 3б). Ярким подтверждением такого механизма являются опыты с изменением электропроводности окружающей среды. Если вокруг участка проводящего пучка растения поместить раствор вазелинового масла (непроводящая среда, препятствующая возникновению круговых токов), то, дойдя до этого места, ПД дальше не распространяется.

Мы подошли к одному из самых важных вопросов проблемы потенциалов действия у растений. Для чего нужна генерация ПД растениям? Может быть, она представляет собой свойство, которое когда-то было позаимствовано ими от предков, но в дальнейшем получило развитие только у одной весьма специфической группы насекомоядных растений, а у остальных растений никакой функциональной нагрузки не выполняет? Очевидно, что ответ на этот вопрос имеет большое принципиальное значение не только для понимания жизнедеятельности растений, но и в общебиологическом аспекте. Полученные в настоящее время результаты позволяют утверждать, что у высших растений распространяющиеся ПД выполняют вполне определенную функциональную роль. Они служат наиболее быстрым сигналом об изменениях в среде их обитания. Однако при этом надо иметь в виду, что у растений нет центральной нервной системы – этой “диспетчерской”, откуда управляющие сигналы после поступления туда информации о внешнем раздражителе направляются к различным органам. У растений ПД сам несет в себе возможность непосредственно влиять на функции органов и тканей, по которым он распространяется. Это связано прежде всего с тем, что при прохождении ПД по данному участку ткани или в месте, до которого он дошел, сильно меняется ионный состав, в особенности содержание ионов калия и хлора, которые, как мы видели, выходят из возбудимых клеток при генерации импульса. В результате их концентрации в окружающих проводящий пучок тканях могут увеличиться. Меняется соотношение и других ионов, хотя и в меньшей степени. В то же время известно, что уровень обменных процессов в ткани сильно зависит от ионного состава. Поэтому ПД в состоянии оказывать влияние на органы или ткани, по которым они распространяются или которых они достигают. При этом следует иметь в виду, что возникновение ПД в ответ на действие внешнего раздражителя неспецифично, то есть самые разные воздействия вызывают, как правило, однотипную электрическую реакцию. Кроме того, у растений обычно в ответ на действие раздражителя генерируются одиночные импульсы (в отличие от животных, у которых возникают ритмически повторяющиеся ПД). Исходя из этого можно заключить, что у высших растений распространяющиеся ПД не имеют специфической информационной нагрузки, а являются скорее сигналом о каком-то внешнем воздействии. Сам по себе ПД как сигнал неспецифичен, но в тканях и органах наряду с общими неспецифическими явлениями он вызывает изменение некоторых специфических процессов, свойственных данному органу (например, в листьях изменение фотосинтеза, в корнях усиление поглощения веществ и т.д.). Сигнальная роль ПД проявляется прежде всего в ряде естественных процессов. Например, при попадании пыльцы на рыльце пестика в нем возникают многочисленные электрические импульсы, распространяющиеся по направлению к завязи. Это запускает цикл процессов, подготавливающих завязь к восприятию пыльцы и оплодотворению. ПД возникают и в усиках вьющихся растений при соприкосновении с механической опорой и, по-видимому, способствуют их лучшей ориентации в пространстве. При умеренных изменениях в состоянии окружающей среды также могут возникать ПД, причем они иногда генерируются в ответ на очень слабые воздействия (например, перепад температур всего 1 – 2°С). Генерация ПД растением в этом случае, казалось бы, лишена какого-либо смысла. Зачем применять экстренный тип сигнализации с помощью электрических сигналов на довольно слабые и не оказывающие существенного влияния внешние воздействия? Однако оказалось, что это не так. Для растения и в этом случае генерация электрических импульсов имеет определенный смысл, состоящий, как нам удалось показать, в своеобразном “предупреждении” его органов и тканей о вполне вероятных весьма существенных изменениях во внешних условиях. Например, незначительный перепад температур в сторону охлаждения сам по себе может быть и незначим для растения, однако он может свидетельствовать о возможном предстоящем заметном понижении температуры окружающей среды. “Предупреждающая” роль ПД сводится, как оказалось, к временному повышению устойчивости органов и тканей растения к неблагоприятным воздействиям. Это временное повышение устойчивости носит, по-видимому, неспецифический характер (то есть проявляется по отношению к разным воздействиям) и может рассматриваться как своеобразная предадаптация. Она служит как бы подготовкой к глубокой адаптации, если вслед за “предупреждением” действительно наступит усиление данного внешнего фактора (например, вслед за незначительным понижением температуры резкое похолодание).

Таким образом, можно считать, что при действии слабых и умеренных раздражителей мы имеем дело с ролью ПД, которая связана с опережающим отражением действительности. Отсюда нами было сделано заключение, что растениям свойственна элементарная недифференцированная чувствительность. Постулируя у высших растений наличие определенной чувствительности, было бы неверно утверждать вслед за Бекстером, что эта чувствительность соответствует эмоциональным восприятиям животных (например, что растения чувствуют человека, который повредил их, и при его появлении реагируют усиленной генерацией электрических импульсов). Это именно элементарная чувствительность, но она, очевидно, играет существенную роль во взаимоотношениях растения со средой. Наконец, при действии сильных раздражителей ПД выполняют роль первичной экстренной сигнальной связи, которая позволяет растению оперативно начать перестройку жизненных функций в экстраординарных условиях. Итак, по современным представлениям сигнальной функции ПД принадлежит вполне определенная роль в осуществлении быстрых взаимодействий высших растений с окружающей средой.

Данный обзор современных представлений о сигнальной роли электрических импульсов у растений раскрывает, как нам кажется, новую, ранее почти неизвестную для неискушенного читателя сторону в жизнедеятельности этих организмов. Ее дальнейшее изучение позволит не только глубже ответить на сакраментальный вопрос: “Как живет растение?” – но и лучше понять, что общего в поведенческих реакциях животных и растений. Тут много не нужного я сокращу про растения эти

# Аппаратная реализация стенда

## Датчики

DS18B20 — это цифровой датчик температуры. Датчик очень прост в использовании.

Выбранный датчик цифровой и он имеет только один контакт для связи с микроконтроллером, с которого можно получить полезный сигнал. Это значит, что, пользователь имеет возможность подсоеденить к одному микроконтроллеру одновременно огромное количество этих сенсоров. Пинов будет более чем достаточно. Мало того, вы даже можете подключить несколько сенсоров к одному пину на Arduino! Но обо всем по порядку.

Arduino датчик температуры DS18B20

Датчик во влагозащищенном корпусе. То есть, вы можете смело окунать подобное чудо в воду, использовать под дождем и т.д. и т.п. Эти сенсоры изготавливаются с тремя выходными контактами (черный - GND, красный - Vdd и белый - Data).

Различные форм-факторы датчиков DS18B20 приведены на рисунке ниже.

Влагозащищенный датчик температуры DS18B20



DS18B20 удобен в использовании. Запитать его можно через контакт data (в таком случае вы используете всего два контакта из трех для подключения!). Сенсор работает в диапазоне напряжений от 3.0 В до 5.5 В и измеряет температуру в диапазоне от -55°C до +125°C (от -67°F до +257°F) с точностью ±0.5°C (от -10°C до +85°C).

Что вам понадобится для контроля температуры с помощью Arduino и DS18B20:

* Программное обеспечение
* Естественно, вам необходима Arduino IDE;
* Библиотека OneWire library, которая значительно облегчает работу с Arduino и датчиком DS18B20;

Скачать Arduino IDE можно с официального сайта Arduino.

Библиотеку OneWire Library можно скачать на OneWire Project Page (желательно скачивать последнюю версию библиотеки).

Подключение DS18B20 к Arduino

Датчик подключается элементарно.

Контакт GND с DS18B20 подключается к GND на Arduino.

Контакт Vdd с DS18B20 подключается к +5V на Arduino.

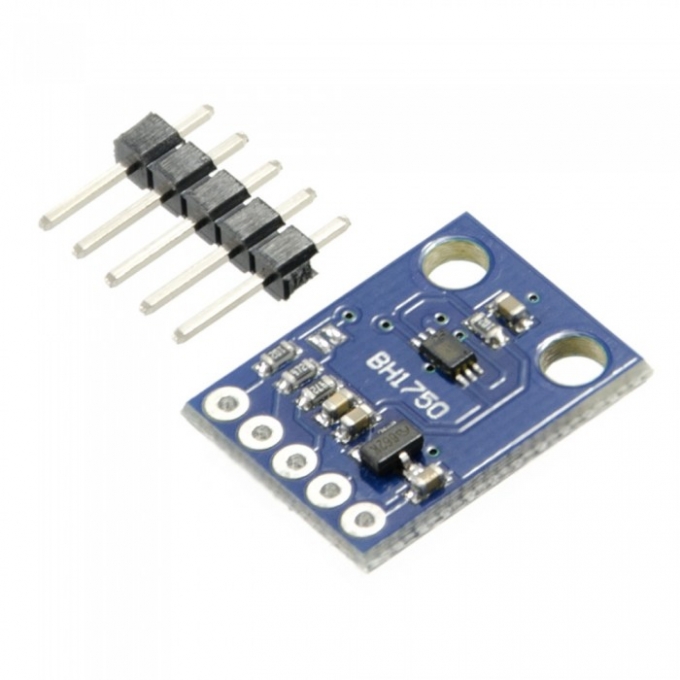
Контакт Data с DS18B20 подключается к любому цифровому пину на Arduino. В данном примере используется пин 2.

Единственное, что необходимо добавить из внешней дополнительной обвязки — это подтягивающий резистор на 4.7 КОм.

**Сенсор *BH*1750** представляет собой цифровой 16-битный цифровой датчик освещённости, что задаёт диапазон его измерений: от 1 до 65535 люкс. Согласно техническому описанию, датчик *BH*1750 чувствителен к видимому свету и практически не подвержен влиянию инфракрасного излучения, т.е. реагирует примерно на тот же спектральный диапазон, что и человеческий глаз. Вследствие этого такие сенсоры получили широкое распространение в современной электронной аппаратуре – мобильных устройствах, фото- и видеокамерах, в системах «умный дом» и многих других.

Подключение модуля производится по двухпроводному интерфейсу I2C, а питание осуществляется от +5 В.

Люкс — единица измерения освещённости в Международной системе единиц (СИ). Люкс равен освещённости поверхности площадью 1 м² при световом потоке падающего на неё излучения, равном 1 лм. 1 лк = 1 лм/м2



|  |  |
| --- | --- |
| Модель | GY-302 |
| размеры | 13.9 х 18.5 мм |
| Чип | BH1750FVI |
| Питание | 3-5 В |
| Диапазон измерений | 1-65535 lux |
| Шина передачи данных | I2C |
| Единица измерения датчика | lux |

Плюсы этого датчика в том:

* Быстрая передача данных между микроконтроллером и модулем по шине *I2C*;
* Присутствует спящий режим;
* Малый потребляемый ток 120 мкА;
* Малые габариты;
* Различает более 60 тыс. световых градаций.

Интерфейс *I2C* в платах *Arduino* реализован на аналоговых входах *A4* и *A5*, которые отвечают за *SDA* (шина данных) и *SCL* (шина тактирования), соответственно. Вывод *ADDR* модуля *GY*-302 можно оставить не подключённым или соединить с землёй.

## Свет

**Для стенда требуется освещение** с наступлением весны световой день и увеличился, иногда растениям все же не хватает солнечного света. В этом случае на помощь придет фитолампа для рассады. Она потребляет немного электроэнергии и позволяет "досвечивать" растения в один из самых уязвимых периодов их роста и развития.

1. **Лампа биколорная**. Самый простой вид, включающий всего два типа ламп – синего и красного цвета. Эти цвета благотворно влияют на рост и развитие растений и важны для активизации фотосинтеза. Такая лампа подходит для любых растений, которые выращивают на подоконнике, в качестве дополнения к естественному освещению.
2. **Лампа мультиспектровая**. В ней сочетаются теплый белый, красный, синий и дальний красный цвета. Такой световой "микс" максимально стимулирует цветение и плодоношение. Мультиспектровую лампу используют для загущенных посадок и взрослых комнатных растений (если стоит пасмурная погода, например). Для рассады такая фитолампа подходит в меньшей степени, зато с ее помощью можно получить урожай перца, лука и т.д.
3. **Лампа полного спектра.** В таком светильнике собраны все цвета радуги (пиковая яркость – у красного и синего светодиодов). Поэтому иногда лампы полного спектра называют "личным солнцем". Используя полно спектральную подсветку, можно выращивать растения от стадии семян до получения урожая при полном отсутствии солнца и света (даже в темной кладовке). Такое "агрессивное" свечение идеально подходит для выращивания острого красного перца, который иногда получается не слишком жгучим из-за "вялого" северного солнца.

Исследования подтверждают положительное влияние синего и красного спектра на развитие растений

Исследования подтверждают положительное влияние синего и красного спектра на развитие растений

Как быть? Ждать солнышка? Или помочь растениям с помощью подсветки, тем более что интернет полон рассказами о чудесном влиянии фитоламп на их рост и развитие.

Немного теории

Начнем с изучения вопроса. Кто придумал фитолампы, и почему их свет так полезен растениям? Что я помню со времен средней школы… каждый охотник желает знать где сидит фазан) И ещё — вроде бы как цвета спектра все вместе образуют привычный нам белый цвет… Интернет, как всегда, готов предоставить любую информацию по изучению спектрального анализа и его влияния на растения.

Количественно длина волны света измеряется в нанометрах (нм), от 400 в фиолетовом спектре до 800 в красном. Фотосинтез происходит на свету, при помощи воды и углекислого газа. Это тоже помню из школьной программы. Дальше придется просто верить, потому что для проведения испытаний я не располагаю необходимым оборудованием. Но могу включить логику. Почему мы видим тот или иной цвет? Потому что именно эту часть спектра отражает предмет. Зеленый лист отражает свет 510-570 нм. Поэтому наш глаз передает сигнал: «вижу зеленый». Получается, что растение не поглощает эту часть спектра. И здесь появляется новое слово «фотоморфогенез». Википедия объясняет термин так: фотоморфогенез — это процессы, происходящие в растении под влиянием света различного спектрального состава и интенсивности.

Чтобы в очередной раз не повторять то, что уже миллион раз написано в Интернете, напомню только, что исследования подтверждают положительное влияние синего и красного спектра на развитие растений. Синий способствует развитию корней, красный необходим для роста листьев и стеблей. Вместе они позволяют получить крепкую рассаду, которая не вытягивается и правильно развивается. А что еще может желать дачник)))

Выбираем фитолампу по параметрам

Прежде чем купить фитолампу, я решила сравнить, что и почем предлагают разные интернет-магазины.

Красивые графики показывают, насколько лучше происходит фотосинтез, синтез хлорофилла и фотоморфогенез. Так и не поняла, почему значения последнего подскакивают на графике только в районе 700 нм. Синий — для роста, красный — для приближения цветения. Ладно, перейду к более понятным параметрам: мощность, световой поток, цена.

Для расчета освещенности нужен показатель светового потока (в люменах — лм). Фотосинтетическая активность указывается производителем в ФАР (PAR). Здесь остается просто верить написанному, потому что прибора для определения этого параметра я уж точно никогда не видела.

Для рассады требуется освещенность в 8000 люкс (лк). Это для обычных или фитоламп? На лампах указываются люмены (лм). Чтобы рассчитать освещенность (лк), нужно разделить люмены (лм) на площадь (м²). Для освещения 1 м² рассады нужно 8000 разделить на показатель, указанный в характеристиках лампы, в результате получится количество ламп для освещения 1м².

**Первая группа — точечные фитолампы**

HTF Светодиодное освещение. Светодиодная фитолампа для растений E27 9 PLT 9W 220V SPOT (FITO)

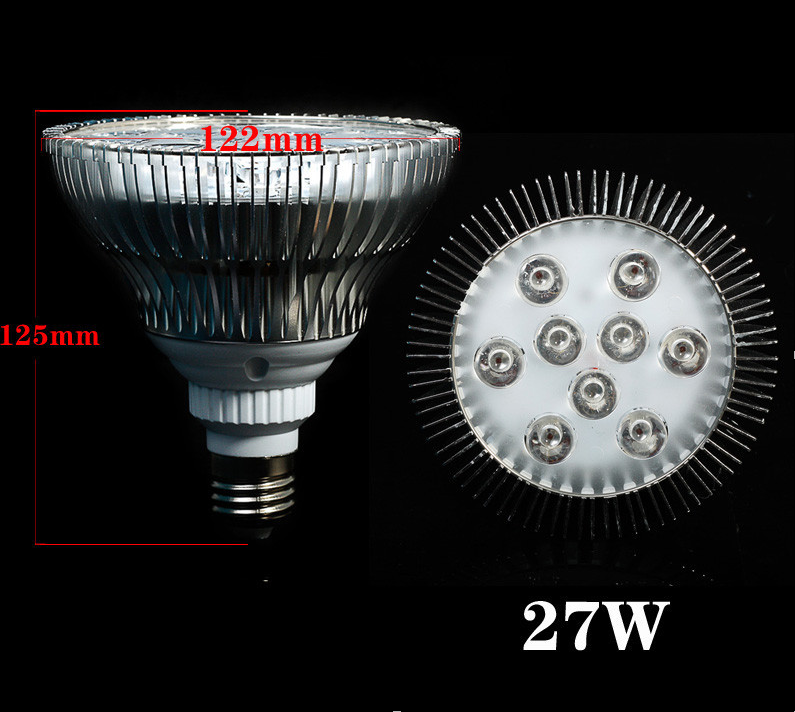
Данная серия ламп состоит из высококачественных светодиодов «Epistar» с длиной волны 460 нм (оттенок синего) и 620 нм (оттенок красного).



* рекомендуемая высота подвеса — 1-1,2 м;
* эффективная освещаемая площадь — 3-3,5 м².
* световой поток — лм 500±15 %;
* потребляемая мощность — W 9±10 %;
* количество светодиодов — 9 шт.;

RDM-Garden. Фитолампа RDM-27

Фитолампы RDM — универсальные устройства обеспечения освещения растений как в качестве дополнительного к естественному освещению, так и в качестве основного освещения.



* потребляемая мощность — 9 W;
* площадь умеренного освещения — 0,27 м2;
* количество светодиодов — 9 шт;
* красный 660 нм — 6 шт;
* синий 445 нм — 3 шт;

Светодиодная фитолампа 21 Вт

Ее параметры:

* досветка площади — 0,75 м2 LED (1 синий, 6 красных), ультраяркие;
* потребляемая мощность — 7 W;
* световой поток — 1470 лм;
* LED длины волн: 650-660 нм (красный), 440-450 нм (синий);



В итоге ситуация с точечными лампами складывается так:

* они рассчитаны на небольшую площадь подсветки;
* поможет только тем растениям, которые попадут в круг площадью около 0,3 м².

**Вторая группа — линейные фитолампы**

По форме они напоминают всем нам знакомые лампы дневного света. Только начинка в них другая. Вместо паров ртути — светодиоды тех же цветов, что и у точечных фитосветильников.

Ультратонкий светодиодный светильник для растений «Фито» 18W 0,9м 12V IP44 GL от компании HTF, обещает освещать площадь 5-6 м².



Фитолампа линейная светодиодная для выращивания рассады LN-1200 «Фито-М», 220 В

В лампе важна не просто мощность светового потока, а в определенном спектре! Именно поэтому не стоит обращать внимание на люксы (Lux) и люмены (Lm) в характеристиках светодиодных ламп. Нам нужен другой параметр – PAR (Photosynthetically Active Radiation), показатель фотосинтетической активной радиации. PAR относится к спектральному диапазону света от 400 до 700 нм. Который и участвует в фотосинтезе… Именно спектральный состав и показатель PAR – определяет, насколько эффективно работает та или иная лампа и насколько хорошо (быстро) будет происходить рост растения!

## Устройство полива

Для полива управлением поливом был использован насос омывателя для автомобилей 2110

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Номинальное напряжение, В 12 / 13.5

Давление, КПа ?250

Объем, м3 0

Вес, кг. 0.1



## Осциллограф

Для считывания информации с растения будет использоваться осциллограф

Оригинальная модель двухканального цифрового запоминающего осциллографа, которую можно отнести к гибридным, так как конструкция прибора настольная, но настолько плоская, к тому же, прибор может работать от батареи, что это скорее гибрид настольного и портативного (переносного) прибора. Вся серия ADS-2хх1M и ADS-2хх1MV – это первые цифровые осциллографы Актаком с глубиной записи 10 миллионов точек на каждый канал. Встроенное описание работы с прибором – отображается на экране (невозможно потерять «Руководство по эксплуатации)»

Система синхронизации - 5 типов запуска (фронт, видео, скорость нарастания, длительность импульса, поочередный запуск). 20 автоматических видов измерений (представлены в таблице ниже).

Имеются VGA выход для внешнего монитора или телевизора. Наличие этой возможности при невысокой цене прибора наилучшее решение для применения в учебном процессе.

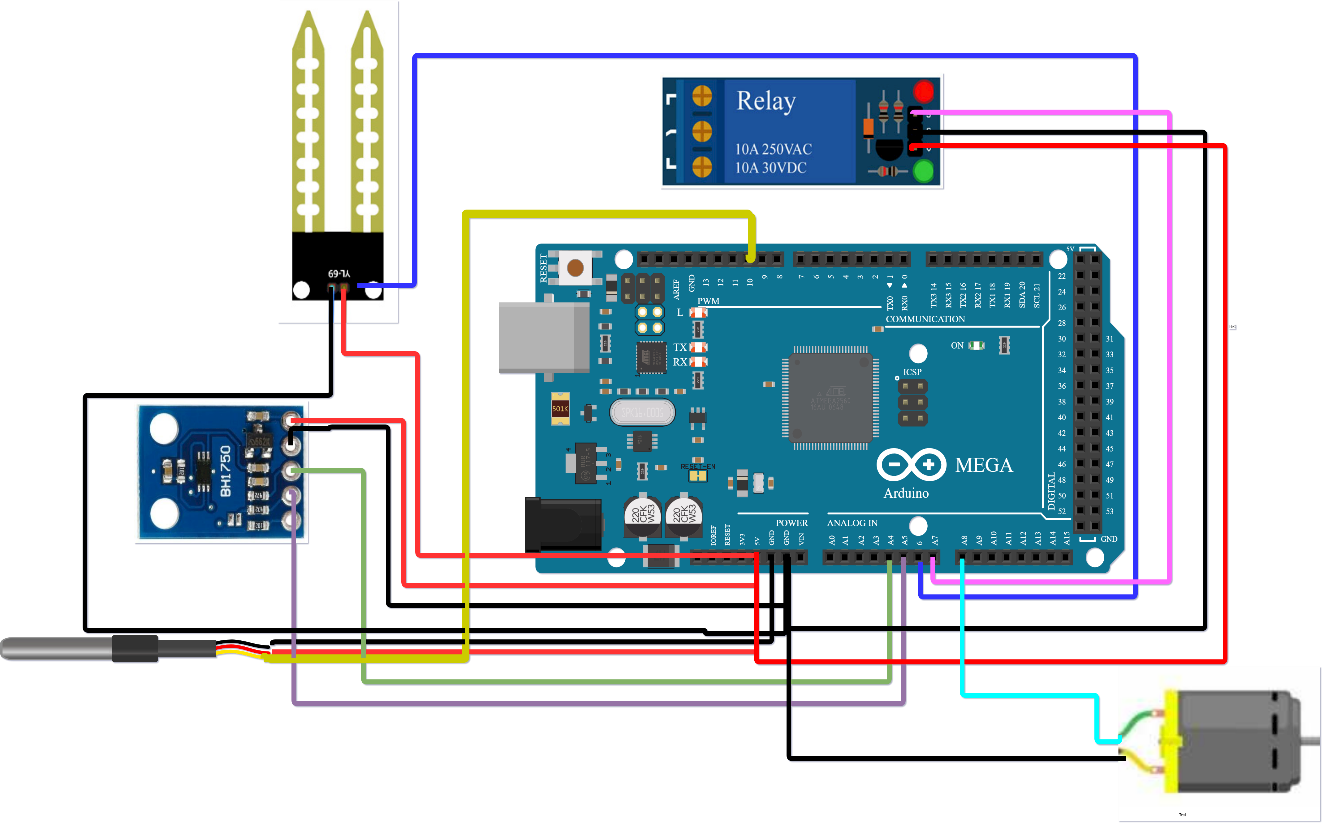
Два вида бесплатного (в комплекте поставки) программного обеспечения: AKTAKOM DSO Soft и более мощное - AKTAKOM DSO-Reader Light с расширенной обработкой сигнала, включая фильтрацию; программное прореживание; БПФ (10 типов окон); 3 типа персистенции; сохранение в форматы AUL, \*bmp, \*wmf, \*emf; масштабирование; настройку цветовых схем; курсорные и автоизмерения.

Конструктивно осциллограф реализован в очень тонком по современным меркам корпусе (всего 7 см), имеет небольшой вес (всего 1,8 кг), удобную конструкцию ножек для двух положений применения. Цветной жидкокристаллический дисплея экрана имеет диагональ 8" (20,3 см) и разрешение 800 × 600 (65536 цветов). Очень развитая система отображения и экранное меню для управления прибором.

Необычно реализовано место для батареи - снизу. Ресурса батареи достаточно для автономной работы в течение нескольких часов.

## Схема подключения

На основе технической документации о используемых устройств, была составлена схема подключения, датчиков к микроконтроллеру *Arduino* Рисунок 3*.*



Здесь добавлю моторчик от омывателя реле на лампу! И нужно ли показать на этой схеме подключение к ПК

Не знаю как поступить с осциллографом

# программная реализация

Прога будет считывать инфу с растения, просто считывать.

Разработанное программное средство будет осуществлять, полив растения, включения света, а также считывание нейронных сигналов с растения и выведение графика, отображающего реакцию растения на внешние раздражители

Полив растения будет осуществлен с помощью отправляемых сигналов с компьютера, по com порту на плату ардуино. Плата ардуино будет обрабатывать полученный сигнал, преобразовывать его в управления

## Модель системы

### Логическая модель системы

### Физическая модель системы

Физ модель

## Модель данных

Модель данных — это абстрактное, самодостаточное, логическое определение объектов, операторов и прочих элементов, в совокупности составляющих абстрактную машину доступа к данным, с которой взаимодействует пользователь. Эти объекты позволяют моделировать структуру данных [Википедия]

### 4.2.1 Логическая

Информация, использующаяся в проектируемой системе, хранится в базе данных системы. Логической моделью данных описываются понятия предметной области, их взаимосвязь, вдобавок ограничения на данные, предписываемые предметной областью (см. Рис. 9).



Таблица «Секция» предназначена для хранения информации о тех устройствах и датчиках, которые будут отвечать за показатели на определенном участке стенда (таблица 1).

Таблица 1. Описание таблицы Секции

|  |  |
| --- | --- |
| Поле | Описание |
| Ид\_Секции | Уникальный идентификатор секции |
| Название\_секции | Название секции |
| Ид\_Температуры | Уникальный идентификатор датчика температуры, расположенный на секции |
| Значение\_Температуры | Значение, полученное с помощью датчика температуры |
| Ид\_Фоторезистора | Уникальный идентификатор фоторезистора |
| Значение\_Фоторезистора | Значение, полученное с помощью фоторезистора |
| Значение\_Осциллографа | Значение, полученное с помощью осциллографа |
| Дата\_и\_Время | Дата и время, когда производился замер показателей |

Таблица Фоторезисторы предназначена для хранения информации о всех датчиках света в системе (таблица 2).

Таблица 2. Описание таблицы Фоторезисторы

|  |  |
| --- | --- |
| Поле | Описание |
| Ид\_Фоторезистора | Уникальный идентификатор датчика света |
| Название | Название фоторезистора |

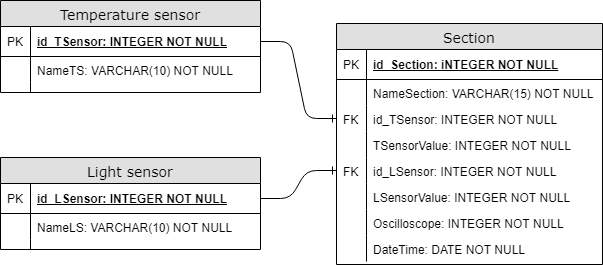
Таблица Датчики температуры предназначена для хранения информации о всех датчиках температуры в системе (таблица 3).

Таблица 3. Описание таблицы Датчики температуры

|  |  |
| --- | --- |
| Поле | Описание |
| Ид\_Датчика\_Температуры | Уникальный идентификатор датчика температуры |
| Название | Название датчика температуры |

### 4.2.2 Физическая

Данная модель (см. Рис. 10) представлена для СУБД Oracle 10.x/11.x, все названия написаны английскими буквами, все атрибуты указаны со своими типами. Данная модель является реляционной моделью, приведенной в третью нормальную форму, для используемой в проекте базы данных.



## 4.3 Описание программы

Для подключения и микроконтроллера к персональному компьютеру, а также обмену данными между ними, достаточно одной библиотека EEPROM.

В микроконтроллере Arduino есть EEPROM - память, в которой информация сохраняется даже после выключения устройства (подобно маленькому жесткому диску). Данная библиотека позволяет записывать и считывать информацию из этой памяти.

Библиотека имеет 2 функции read и write.

Read позволяет нам считывать байт из EEPROM.

Write позволяет записать байт в EEPROM.

Интерфейс приложения

Интерфейс приложения будет состоять из двух графиков Рисунок 4.

Первый график «изменения температуры» отображает и изменение температуры в соответствии с временем.

Второй график — это изменение показателей освещенности в соответствии с временем.

Так же необходимо добавить кнопку для выбора порта, по которому будет подключатся микроконтроллер.

Программирование микроконтроллера

Написания кода происходила в специальной интегрированной среде разработки с названием «Arduino IDE». Данная среда разработки создана специально для программирования микроконтроллеров на базе Arduino. Так же она содержит в себе большую базу примеров кода, для работы с подключаемыми компонентами.

Написание приложения для ПК

Приложение было написано на я зыке программирования C#.

C# — простой, современный объектно-ориентированный и тип безопасный язык программирования. C# относится к широко известному семейству языков C.

C# является объектно-ориентированным языком, но поддерживает также и компонентно-ориентированное программирование, модель программирования на основе свойств, методов и событий. Каждый компонент имеет атрибуты, предоставляющие декларативные сведения о компоненте, а также встроенные элементы документации. C# предоставляет языковые конструкции, непосредственно поддерживающие такую концепцию работы. Благодаря этому C# отлично подходит для создания и применения программных компонентов.

Измерение температуры

Показания с датчика фоторизистора

Показания осциллографа

Ведение журнала об использовании устройств

Включение воды

Включение света

Задание автоматического рандомного включения и выключения устройств

# Заключение

Описание стенда и че на нем в итоге можно делать будет, тут про задел на магистерскую работу, с возданием нейро сети

И какое развитие будет у системы

# Список литературы

# Приложение 1