

РАЗРАБОТКА РОБОТИЗИРОВАННОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛИВА РАСТЕНИЙ

Баландин А.В.

г. Пермь, МАОУ «Гимназии №6», 8 «в» класс

Научный руководитель: Вяткин А.А., кандидат физ.-мат. наук,
доцент кафедры общей и экспериментальной физики ПГГПУ

Куратор: Баландина Е.А., г. Пермь, МАОУ «Гимназия №6», учитель

Данная статья является реферативным изложением основной работы. Полный текст научной работы, приложения, иллюстрации и иные дополнительные материалы доступны на сайте V Международного конкурса научно-исследовательских и творческих работ учащихся «Старт в науке» по ссылке: <https://school-science.ru/5/11/34212>

Сухой климат и отсутствие дождей для многих регионов становится уже привычным делом. Под лучами палящего солнца растения начинают вянуть и впоследствии погибают. Но здесь на помощь садоводам и фермерам приходят системы, предназначенные для искусственного орошения растений. Разработанные системы представляет собой оросительный комплекс, который устанавливается на одной определенной территории.

Актуальность. Цель, задачи, объект и предмет исследования

Давно, еще в прошлом веке, когда только начинали работать в ландшафтной сфере, систему автоматического полива устанавливали на своих участках лишь немногие люди. Это считалось дорогим удовольствием, даже роскошью, и многие предпочитали нанять человека, который поливал сад вручную. Сегодня ситуация изменилась, поменялись взгляды, и автополив стал обычным делом. Люди устанавливают его на каждом загородном объекте. Некоторые ландшафтные дизайнеры даже не дают гарантию на посадки и газон, если у заказчика не установлен автополив. Но система автополива – это сложное техническое устройство. Но знать принципы проектирования и работы системы очень полезно и необходимо.

Актуальность: важно при отсутствии надлежащего ухода за растениями установить полив за растениями в автоматическом режиме.

К основным плюсам автоматических систем полива можно отнести:

- лёгкость и простоту управления;
- надёжность;
- долговечность.

Значительная экономия сил и времени.

Даже при вашем отсутствии на участке, вы можете не переживать за свои растения, так как автоматизированная система сама

регулирует систему включения отключения полива. Сокращение расхода воды более чем на 40% (при капельном поливе расход уменьшается более чем в 2 раза).

Цель исследования: Создание роботизированного устройства полива с пневмогенератором.

Задачи:

Изучить известные системы полива.

Подобрать оптимальные технические средства реализации исследования.

Создать интеллектуальное устройство полива.

Провести расчет режимов работы насоса для типичных представителей комнатных растений.

Оформить результаты эксперимента.

Методы исследования

- лабораторный эксперимент с помощью оборудования «Устройство измерения и обработки данных LabQuest 2» и робототехнического набора «LEGO NXT» (см. рисунок).

- анализ и обобщение результатов экспериментов.

Оборудование:



Пневматика и гидравлика как основа данного исследования

Пневматика (от греч. πνεῦμα – дыхание, дуновение, дух) – раздел физики, изучающий равновесие и движение газов, а также посвященный механизмам и устройствам использующим разность давления

газа для своей работы. Технически пневматика близка к гидравлике. Пневматические механизмы широко используются в промышленности. Подобно сети электроснабжения, на предприятиях устанавливают централизованную систему распределения сжатого воздуха или другого газа. Обычно пневматические устройства используют поршни и клапаны для управления потоками газа (воздуха), но есть целая ветвь устройств, использующих особенности течения струй газа и жидкости в каналах определенной формы. Такие струйные устройства вообще не имеют подвижных деталей, отличаются дешевизной изготовления и высокой стойкостью к температуре и радиации.

Гидравлика – прикладная наука, которая изучает законы равновесия и механического движения жидкости и разрабатывает на основе теории и эксперимента способы использования этих законов для решения различных задач инженерной практики. Слово «гидравлика» происходит от сочетания двух греческих слов – *hydor* (вода) и *aulos* (труба) – и означает течение воды по трубам. Содержание современной гидравлики несравненно шире. Вопросы, изучаемые в гидравлике, охватывают движение воды не только в трубах, но и в открытых руслах (каналах, реках), в различных гидротехнических сооружениях и системах, а также движение других жидкостей (нефть, масла, растворы) в трубопроводах и гидромашинах. На основании этого современную гидравлику рассматривают как одну из отраслей механики – механику жидкости.

Использование разных систем полива в городских условиях

Дождевальная полив производится дождевателями (фарсунками). Площадь, которую может полить один дождеватель (фарсунка), зависит от его конструкции, давления в системе воды и сектора полива. Все дождеватели регулируются по радиусу полива от 1° до 360° . Дождеватели бывают двух типов: динамические (роторные) и статические (верные). Динамические дождеватели поливают струей, которая вращается по кругу или по заданному сектору. Они более мощные, максимальный радиус полива – 20 метров. Роторные дождеватели выходят из земли на 10 см, поэтому могут устанавливаться только на стриженном газоне. Статические дождеватели поливают сразу весь заданный сектор. Они могут покрыть площадь с максимальным радиусом 8 метров. Эти дождеватели имеют разную длину и вы-

соту выхода из земли. Длинные дождеватели (максимум 30 см) устанавливают в цветниках или других подобных местах. Статические дождеватели используют там, где нельзя поставить более экономичные динамические. Поэтому в их характеристиках важен и минимальный радиус (1,4 м), который позволяет поливать при помощи них маленькие уголки сада. Среди статических дождевателей есть особая группа – дождеватели, поливающие узкой полосой. Ширина такой полосы 1,2 м, а длина 4,5 или 9 метров.



Капельный полив предназначен для дозированного прикорневого полива растений. Этот полив более экономичный и по расходу воды, и по потреблению энергии. Он очень популярен в южных странах, потому что там при поливе дождеванием большая часть воды просто испаряется, не успев долететь до земли. В линии капельного полива используется микротрубка и капельницы, которые бывают самых разных видов и форм: встроенные в трубку и отдельные, регулируемые и нерегулируемые. Трубка и капельницы поддерживаются специальными пластмассовыми колышками-держателями в нескольких сантиметрах от поверхности земли. Интересно устройство капельниц – это по сути дела лабиринт для воды. Внутри капельницы вода проходит длинный извилистый путь со множеством поворотов, из-за этого ее энергия, давление и скорость понижаются, а на выходе получается капля. Этот вид полива широко используется в питомниках. Обычно используется микротрубка со встроенными проходными капельницами (через каждые 30 см) производительностью 2 л/час. В линии капельного полива микротрубки с

капельницами отходят от основной базовой трубы. Для линии капельного орошения в блоке распределения устанавливается редуктор давления, потому что для нее требуется рабочее давление 1,5-2 Бар, а не 4-6, как для линий дождевального полива.

Ручной полив тоже необходим в саду, потому что взять воду из системы автополива невозможно, а иногда нужно помыть дорожки, полить огород, наполнить водоем и т.п. Для этих целей прокладывается линия водозаборных колонок. Она подключается непосредственно к водопроводу еще до входа трубы в накопительную емкость. В этой линии вода есть всегда, как электричество в розетках. Мы в любой момент можем открыть кран и набрать воды. Чтобы пошла вода, мы должны в колонку подключить шланг с помощью специальной муфты.

Технические средства реализации. Устройство полива

Источник водоснабжения. Для нормальной работы системы полива должен быть обеспечен надежный источник воды. Это может быть водопровод. Во многих коттеджных поселках ставят фильтры, делающие водопроводную воду пригодной для питья. Для полива такая очистка не нужна, мы берем воду неочищенной, то есть делаем врезку в водопровод до этих фильтров. В последнее время стоимость воды становится все дороже, и владельцы загородных домов предпочитают бурить свою собственную скважину и быть независимыми (по закону на бурение скважины необходимо получить разрешение). Некоторые копают колодцы. Колодезная вода тоже подходит для полива, если ее достаточно. Прежде чем подключать автополив к колодцу, надо провести исследование его способности давать нужное количество воды и быстро пополняться после ее откачки. Для создания постоянного давления в системе во время полива (необходимо 4-6 Бар), не зависящего от перепадов в водопроводе, устанавливается накопительная емкость. Это пластиковый бак объемом несколько (сколько именно – рассчитывают инженеры при проектировании) кубометров. В бак погружается насос, который и обеспечивает нужное постоянное давление. Когда уровень воды в баке понижается, автоматический механизм (работает по принципу запорного механизма в сливном бачке) открывает клапан, и вода из водопровода поступает в емкость. Баки устанавливаются в саду на твердом основании. Размещать их в доме или закапы-

вать в землю нельзя. Еще один полезный момент – вода в накопительной емкости немного согревается, что особенно актуально при поливе из скважины, где бывает очень холодная вода.

Блок управления. Включение насоса и запуск системы полива производится автоматически. Функционально блок управления состоит из двух узлов: микропроцессорного контроллера и блока запуска насоса. Эти узлы располагаются внутри еврошкафа 400х600х210 (мм). Микропроцессорный контроллер (компьютер) используется для управления электромагнитными клапанами блоков распределения. Контроллер размещается в герметичной пластиковой коробке. Электропитание контроллера: 220В, 50Гц, потребляемая мощность – около 40 Вт. Возможности контроллера позволяют производить полив по трем независимым программам до 36 раз в день. Очень просто менять программу полива. Например, в период засухи можно увеличить время и частоту полива. Целесообразно программировать полив на ночное время, когда он не будет никому мешать, и вода не будет так интенсивно испаряться, как днем. Блок запуска насоса предназначен для согласования работы насоса с процессом полива. Блок запуска насоса представляет собой герметичный пластиковый еврошкаф. В нем размещаются: промежуточное реле, пусковой контактор насоса, автомат пуска и защиты электродвигателя насоса, устройство защитного отключения (УЗО), клеммник.

Блок автоматического распределения воды предназначен для распределения воды по линиям полива. В нашем случае он представляет собой металлопластиковый еврошкаф 600х600х210 (мм), в котором располагаются 3 электромагнитных клапана, глицириновый манометр, входной шаровой кран, электрораспределительная (клеммная) герметичная коробка, соединительная арматура – пластиковый коллектор, седл-коннекторы, уголки, ниппели, хомуты. Из всего этого важно запомнить, что один такой шкаф вмещает 3 линии полива, если линий больше трех, то это уже 2 или 3 шкафа. Электромагнитные клапаны получают сигнал от компьютера, открываются, и вода поступает в линии полива.

Линии полива выделяются для того, чтобы сад поливался частями. Это позволяет использовать насос гораздо меньшей мощности и накопительную емкость меньшего размера. Линии полива бывают трех видов: дождевальный, капельный и ручной.

Ситуации поломок известных систем полива

Работающая автоматическая система – лучший способ сохранить ваш газон. Правильно разработав и запрограммировав систему полива, она будет распределять нужное количество воды там, где это требуется. Но, как и любая другая система, она иногда ломается или требует технического обслуживания.

Самыми распространенными проблемами, с которыми время от времени может столкнуться владелец участка, на котором работает система автополива, являются:

- прорыв трубопровода;
- повреждение дождевателей;
- неисправность электроклапанов;
- поломка насоса;
- поломка контроллера из-за перепада напряжения;
- прорыв проложенных кабелей.

Механические повреждения при проведении земляных работ. При проведении земляных работ (прокладке дорожек, посадке деревьев и кустарников и т.д.) очень часто происходит повреждение трубопроводов системы автоматического полива. Глубина залегания системы 30-40 см и перерубить сеть очень легко. Избежать данной проблемы достаточно просто. Перед проведение земляных работ на участке необходимо посмотреть на исполнительную съемку системы автоматического полива, на которой нанесены система трубопровода и все поливочные элементы.

Механические повреждения при покосе газона. Причин для повреждения спринклеров газонокосилкой всего две. Первая – низко настроенные ножи газонокосилки. Вторая – неровности поверхности, т.е. при выполнении ландшафтных работ поверхность была плохо выравнена, либо плохо уплотнена вследствие чего произошло размывание или проседание грунта.

Ненадлежащее качество воды подаваемое в систему автоматического полива. Данная ситуация происходит из-за повышенного кол-ва примесей в воде. Как следствие это приводит к засорению фильтрационных элементов, образование налета на внутренностях спринклеров. Выражается данная неисправность примерно следующим образом в определенный момент вдруг замечаем, что спринклеры вылезают из земли и либо вода с них не идет совсем, или идет, но они поливают не так как прежде – это верный признак того что пора произвести обслуживание системы авто полива.

Нестабильная электрическая сеть. При сильных скачках напряжения насосное

оборудование может выйти из строя и потребуются его замена либо дорогостоящего ремонт.

Основная часть исследовательской работы

Постановка эксперимента. Создание интеллектуального устройства

Экспериментальная установка состоит из следующих частей (см. рисунок):

1. Роботизированный насос состоит из сервопривода LEGO NXT и пневматического насоса (цилиндр с поршнем). Вращательное движение ротора сервопривода с помощью дополнительных деталей LEGO Technic преобразуется в периодическое возвратно-поступательное движение поршня цилиндра. Клапан, установленный в поршне, позволяет нагнетать достаточно большое давление с помощью такого механизма.



2. Датчик давления «Vernier» измеряет давление нагнетаемого газа в баллоне. Данные с датчика используются блоком управления LEGO NXT.

3. Роботизированный клапан изготавливается из дополнительных деталей LEGO Technic из набора LEGO NXT. Клапан приводится в движение с помощью сервопривода LEGO NXT. Робот включает клапан на некоторое время и выключает его.

4. Накопитель сжатого воздуха содержит жидкость для полива растений. В крышке баллона содержится два штуцера для подключения насоса и клапана. В пневмомагистраль с помощью тройника включен датчик давления.

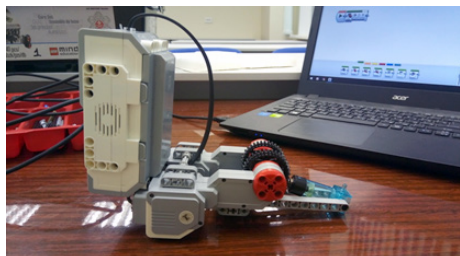
Этапы работы устройства:

1. Блок LEGO NXT получает данные от датчика давления (2). Если давление в накопителе (4) меньше, чем установленное (по умолчанию 140 кПа), то сервопривод LEGO NXT, подключенный к насосу (1), получает сигнал о начале работы. Как только в накопителе устанавливается необходимый уровень давления, то сервопривод отключает

ся. Данный алгоритм функционирует всегда (бесконечный цикл).

2. Роботизированный клапан включает-ся по определенному алгоритму. Например, если необходимо поливать цветы 15 мин в сутки, то клапан открывается на 3 мин 5 раз в сутки. Интервал между поливами равномерно распределен по всему дню.

1 версия, экспериментальная



2-я версия, экспериментальная



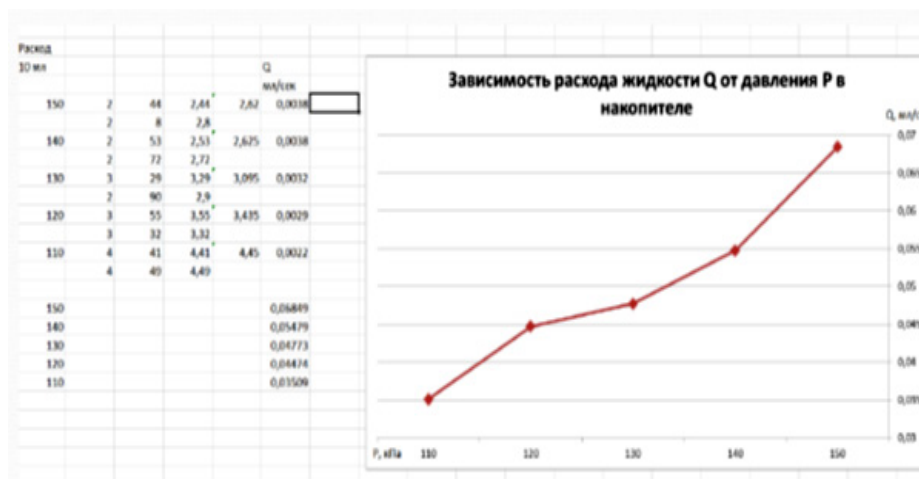
Принцип работы



**Результаты исследования.
Режимы работы установки**

На рисунке показана зависимость расхода жидкости от давления в накопителе. Расход жидкости является функцией не только давления, но и диаметра капилляра, используемого в работе. Результаты приведены для одного диаметра капиллярной трубки – 4 мм. Из графика видно, что с ростом давления расход жидкости возрастает почти по линейному закону. Чем больше расход жидкости, тем стабильнее работает система автоматизированного полива комнатных растений. Но с ростом давления снижается надежность конструкции и возрастает вероятность обрыва пневмомагистрали. Поэтому мы выбрали оптимальный уровень давления в накопителе в 140кПа. При этом нагрузка на конструкцию системы автополива незначительная, а расход жидкости позволяет поливать цветы даже в больших горшках (до 10 литров).


Исследование режима работы системы автоматического полива:



Расчет режима работы системы автоматического полива для типичных представителей комнатных растений

Расчет режима работы установке при поливе домашнего растения «Антуриум»

Антуриум

$$\varphi = \frac{m_{\text{воды}}}{m_{\text{сух.почвы}}} 100\% \text{ - влажность почвы}$$


Параметры сухой почвы:
 $V_{\text{почвы}} = 2\text{ л}$ $\rho_{\text{почвы}} = 1.4 \text{ г/см}^3$ $m_{\text{почвы}} = 2.8 \text{ кг}$


Влажность почвы для растения:
 $\varphi = 80\%$ - высокая влажность почвы
 $m_{\text{воды}} = 2.24 \text{ кг}$ - масса воды в почве

При испарении 3% воды в день, получаем массу воды, которую необходимо восстановить:
 $m_{\text{воды}} = 0.067 \text{ кг/сут}$

Время работы насоса составляет ~16 минут/сутки (при расходе жидкости 0,07 мл/сек)

Расчет режима работы установке при поливе домашнего растения «Шеффлера»

Шеффлера

$$\varphi = \frac{m_{\text{воды}}}{m_{\text{сух.почвы}}} 100\% \text{ - влажность почвы}$$


Параметры сухой почвы:
 $V_{\text{почвы}} = 2\text{ л}$ $\rho_{\text{почвы}} = 1.4 \text{ г/см}^3$ $m_{\text{почвы}} = 2.8 \text{ кг}$

Влажность почвы для растения:
 $\varphi = 60\%$ - средняя влажность почвы
 $m_{\text{воды}} = 1.68 \text{ кг}$ - масса воды в почве

При испарении 3% воды в день, получаем массу воды, которую необходимо восстановить:
 $m_{\text{воды}} = 0.05 \text{ кг/сут}$

Время работы насоса составляет ~12 минут/сутки (при расходе жидкости 0,07 мл/сек)

Расчет режима работы установке при поливе домашнего растения «Панданус»

Панданус

$$\varphi = \frac{m_{\text{воды}}}{m_{\text{сух.почвы}}} 100\% \text{ - влажность почвы}$$


Параметры сухой почвы:
 $V_{\text{почвы}} = 2\text{ л}$ $\rho_{\text{почвы}} = 1.4 \text{ г/см}^3$ $m_{\text{почвы}} = 2.8 \text{ кг}$

Влажность почвы для растения:
 $\varphi = 40\%$ - средняя влажность почвы
 $m_{\text{воды}} = 1.12 \text{ кг}$ - масса воды в почве

При испарении 3% воды в день, получаем массу воды, которую необходимо восстановить:
 $m_{\text{воды}} = 0.05 \text{ кг/сут}$

Время работы насоса составляет ~8 минут/сутки (при расходе жидкости 0,07 мл/сек)

Выводы

Разработаны и созданы модели роботизированного насоса и клапана для полива растений. Исследованы режимы работы установки для полива растений. Главным достоинством установки является точность заданного уровня полива растений, что обеспечивается автоматизированным накопителем давления, поддерживающим расход жидкости на постоянном уровне. Проведен расчет установки для полива типичных комнатных растений.

Список литературы

1. Конева Л. Самая нужная книга о комнатных растениях. ЛитРес. 2017. 314 с. ([url={https://books.google.ru/books?id=ZR6LAQAAQBAJ}](https://books.google.ru/books?id=ZR6LAQAAQBAJ))
2. Данилов Н.И., Щелоков Я. М. Основы энергосбережения: учеб.-2-е изд., доп. и перераб.; под общ. ред. Н.И. Данилова. Екатеринбург: Издательский дом «Автограф», 2010.-528с.
3. Перышкин А. В. Физика. 8 класс: учебник. Москва: Дрофа, 2015. 53-56 стр.
4. wikipedia.org