

СТАВРОПОЛЬСКОЕ РЕГИОНАЛЬНОЕ ОТДЕЛЕНИЕ  
ОБЩЕРОССИЙСКОЙ МОЛОДЕЖНОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ  
РОССИЙСКИЙ СОЮЗ СЕЛЬСКОЙ МОЛОДЕЖИ



**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
по созданию гидропонных установок в качестве конструкторов для  
развития компетенций сити-фермерства

При поддержке средств Фонда Президентских грантов



Ставрополь 2020

ФГБОУ ВО Ставропольский государственный аграрный университет  
ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет-МСХА  
им. К.А. Тимирязева

**Авторы:**

И.В. Деведёркин – к.т.н., старший преподаватель кафедры применения электрической энергии в сельском хозяйстве электроэнергетического факультета ФГБОУ ВО Ставропольского ГАУ, председатель Ставропольского регионального отделения Общероссийской молодежной организации «Российский союз сельской молодежи»

И.С. Чуксин – ассистент кафедры биотехнологии факультета агрономии и биотехнологии ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Деведёркин И.В., Чуксин И.С. Методические рекомендации по созданию гидропонных установок в качестве конструкторов для развития компетенций сити-фермерства. – Ставрополь: «Седьмое небо», 2020. – 33 с.

Представлена профессиональная компетенция сити-фермерство. Отражена спецификация стандарта WorldSkills (wsss) для данной компетенции. Главной частью методической рекомендации является руководство и спецификации к проектированию конструкторов для развития компетенций сити-фермерство на основе конструкций гидропонной системы проточного замкнутого водоснабжения. Представленная методическая компиляция для проектирования конструкторов составлена на основе знаний об электротехнологии и электрооборудовании в сельском хозяйстве, агроинженерии, агрономии, биотехнологии и затрагивает экономические аспекты.

(Рассмотрено и рекомендовано к печати методическим советом ФГБОУ ВО СтГАУ  
(протокол №2 от 17.03.2020 г.)

## СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	5
1. ОПИСАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СИТИ-ФЕРМЕРСТВО.....	6
2. СПЕЦИФИКАЦИЯ СТАНДАРТА WORLDSKILLS (WSSS) ДЛЯ КОМПЕТЕНЦИИ СИТИ-ФЕРМЕРСТВО.....	7
3. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ.....	10
4. РУКОВОДСТВО К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГИДРОПОННОГО КОНСТРУКТОРА ДЛЯ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СИТИ-ФЕРМЕРСТВО.....	11
4.1 Теоретические основы технологии.....	11
4.2 Искусственное освещение растений.....	11
4.3 Создание искусственного микроклимата.....	12
4.3.1 Контроль уровня влажности в помещении.....	13
4.3.2. Использование приточно-вытяжной вентиляции.....	14
4.3.3. Подкормка углекислым газом.....	15
4.3.4 Важная роль насосных систем.....	15
4.3.5 Использование контрольных приборов и датчиков.....	16
<b>5 ЗАДАНИЕ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ УСТАНОВКИ.....</b>	<b>17</b>
5.1 Основные этапы выполнения работ.....	17
5.2 Комплектность расходных материалов и средств для сборки	18
5.3 Техника безопасности.....	19
5.4 Руководство по проектированию установки Zip-Grow.....	20
5.4 Руководство по проектированию установки «Змейка».....	21
<b>6 ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ.....</b>	<b>23</b>
6.1 Микро- макроэлементы.....	23
6.2 Делаем собственные удобрения.....	27
6.3 Поддержка концентрации питательных веществ и pH.....	29
Список рекомендованной литературы.....	33

## Аннотация

Свежие, натуральные и экологичные продукты во всем мире все более востребованы. Люди понимают, что от качества пищи зависит их здоровье. Соответственно, средства производства свежих продуктов и технологии «городского фермерства» всё более актуальны. По данным Всемирной организации здравоохранения, во всем мире 55% населения живет в городах, а в России – уже более 60%. В таких условиях, когда возрастает концентрация людей на единицу территории, пищевые продукты становятся дороже, а качество их ниже. Как следствие, ниша использования оборудования и технологий агропроизводства в городах для выращивания свежего продукта будет развиваться.

Развитие сити-фермерства в России приобретает высокую динамику в следствии урбанизации и интенсификации агропроизводства. Человеку все более актуально формировать индивидуальный рацион с персонализированным набором ингредиентов из свежих и качественных продуктов питания. В статье приведено использование технологий аквапоники и вертикального озеленения для производства зелени, ягод, фруктов, овощей и аквакультур в местах их непосредственного потребления. Приведены конструкции сити-ферм и функциональная схема работы, а также раскрыты преимущества их использования для выращивания персонализированного продукта с помощью регулирования состава питательных растворов. В статье приводятся прототипы конструкций аквапонических сити-ферм реализуемыми профессиональным и общественным сообществами.

Интерес к развитию технологий сити-фермерства как технологического решения для персонализированного питания демонстрирует появление стартапов в среде технологических предпринимателей и молодежи образовательных учреждений, а также социальных проектов у общественных некоммерческих организаций. Все это сформировало достаточно положительный тренд в формировании сообщества сити-фермеров с широкой географией по Российской Федерации. Несомненно, что уже в ближайшей перспективе будет наблюдаться увеличение покупательского спроса на данные технологии. Городской человек сам сможет выращивать для себя зелень, злаки, грибы, ягоды, рыбу под свой вкус и при этом ещё улучшать экологию городской среды.

## Введение

Интенсивный рост агломераций, дефицит земель сельскохозяйственного назначения, интенсификация и химизация агропроизводства приводит к тому, что жителям крупных городов затрудняется доступ к качественному, свежему, экологичному продовольствию. При этом до 40% в себестоимость продукта входят логистические издержки и по статистике 30% еды в процессе транспортировки и реализации превращается в отходы. Поставщик озадачен созданием необходимых условий для хранения скоропортящегося товара, в противном случае обеспечить возможности правильной утилизации испорченных продуктов, и то и другое входит в добавленную стоимость продукта. В итоге получается, что потребитель приобретает не свежий, а красиво выглядящий и долго не портящийся стандартизированный товар со значительной наценкой.

С начала XXI века по всему миру наблюдается интерес к технологиям городского агропроизводства, который стимулировал значительный рост сообществ так называемого «Вертикального озеленения (Vertical Gardening)» или «сити-фермерства (urban farmer)». В России этот тренд начал образовываться только с 2010 года. Концепция городского фермерства предлагает перенести производство продуктов питания ближе к месту их непосредственного потребления, т.е. в города. Это можно сделать с помощью модульных и мобильных аквапонических установок, так как их конструкции можно удобно транспортировать, не требуют для своего запуска сложных подключений и согласований, автономны и могут использовать энергию от альтернативных (возобновляемых) источников, управляются мобильным устройством, а главное – позволяют организовать круглогодичное производство качественных, экологичных продуктов питания.

Городское или, как его еще называют, «вертикальное» фермерство предлагает независимые от природы, высокотехнологичные практики производства пищи непосредственно в городах. Объединяя новейшие решения информационных, агро-, аква- и биотехнологий, сити-фермерство набирает популярность по всему миру и, в первую очередь, у молодого поколения. «Сити-фермерство» отличается от традиционного агропроизводства высокой степенью автоматизации и низкими капитальными затратами. В основе сити-фермерства лежат технологии интенсивного автоматизированного производства: гидропоники, аэропоники для выращивания растений и аквапоники для совместного выращивания растений и рыбы. И эти технологии от 15 до 100 раз эффективнее традиционного открытого агропроизводства, а продукты, выращенные без земли, солнечного света, пестицидов, получаются на 30% качественнее, это подтверждает зарубежный опыт.

## **1. ОПИСАНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СИТИ-ФЕРМЕРСТВО**

Целью сити-фермерства является создание и обслуживание удобных в эксплуатации в городских условиях установок для выращивания агрокультур с использованием гидро-, аэро и аквапонных систем.

Сити – фермерство как вид деятельности включает в себя элементы конструирования и агротехнологии.

Сити – фермер – это специалист по обустройству и обслуживанию агропромышленных хозяйств, которые будут выращивать продукты питания на крышах и стенах небоскребов крупных городов.

Навыки наиболее важные для сити – фермера:

- системное мышление (умение определять сложные системы и работать с ними, в том числе системная инженерия);

- умение управлять проектами и процессами;

- бережливое производство, управление производственным процессом, основанное на постоянном стремлении к устранению всех видов потерь, что предполагает вовлечение в процесс оптимизации бизнеса каждого сотрудника и максимальную ориентацию на потребителя;

- знать физический смысл аэро-, гидро и аквапонных систем. Принцип работы. Сложности в разработке и производстве данной системы.

- базовые слесарные навыки, умение работать с электроприборами;

- умение анализировать и управлять внешней средой для того или иного растения, используя различные датчики и приборы.

- Умение пользоваться измерительными приборами (рН, Tds-метр и т.д.)

- Умение пользоваться паяльным оборудованием для подключения тех или иных датчиков и исполнительных элементов сити-фермы (Светильники, насосы и т.д.)

- В зависимости от степени развития растения знать, как влияет щелочно-кислотный баланс на дальнейшее развитие агрокультуры.

- Влияние удобрений на рост растения. Умение рассчитывать и замешивать раствор для выращивания растений в зависимости от его фазы развития.

## 2. СПЕЦИФИКАЦИЯ СТАНДАРТА WORLDSKILLS (WSSS) ДЛЯ КОМПЕТЕНЦИИ СИТИ-ФЕРМЕРСТВО

WSSS определяет знание, понимание и конкретные компетенции, которые лежат **в основе лучших международных практик технического и профессионального уровня выполнения работы**. Она должна отражать коллективное общее понимание того, что соответствующая рабочая специальность или профессия представляет для промышленности и бизнеса.

Целью соревнования по компетенции является демонстрация лучших международных практик, как описано в WSSS и в той степени, в которой они могут быть реализованы. Таким образом, WSSS является руководством по необходимому обучению и подготовке для соревнований по компетенции.

В соревнованиях по компетенции проверка знаний и понимания осуществляется посредством оценки выполнения практической работы. Отдельных теоретических тестов на знание и понимание не предусмотрено.

WSSS разделена на четкие разделы с номерами и заголовками.

Каждому разделу назначен процент относительной важности в рамках WSSS. Сумма всех процентов относительной важности составляет **100**.

В схеме выставления оценок и конкурсном задании оцениваются только те аспекты, которые изложены в WSSS, они должны отражать WSSS настолько **всесторонне**, насколько допускают ограничения соревнования по компетенции.

Схема выставления оценок и конкурсное задание будут отражать распределение оценок в рамках WSSS в максимально возможной степени.

Допускаются колебания в пределах 5% при условии, что они не исказят весовые коэффициенты, заданные условиями WSSS.

Раздел		Важно - сть, (%)
1.	<b>Организация и управление работой.</b>	15
	<p><u>Специалист должен знать и понимать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Безопасное, правильное использование любого оборудования и инструментов для дальнейшего выращивания агрокультур;</li> <li>• Требования к организации рабочего места;</li> <li>• Виды и правила использования средств индивидуальной защиты, применяемых для безопасного проведения работ;</li> <li>• Требования к технике безопасности при работе с химическими реагентами (кислотами и щелочами).</li> </ul>	
	<p><u>Специалист должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Проводить осмотр оборудования, помещений и рабочих мест;</li> <li>• Соблюдать требования правил охраны труда, пожарной безопасности, применению безопасных приемов работы, ведения работы согласно инструкциям и регламентам;</li> <li>• Выполнять организационные мероприятия по обеспечению</li> </ul>	

	<p>безопасного выполнения работ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Контролировать, анализировать и оценивать состояние техники.</li> </ul>	
2.	<p><b>Коммуникационные и личностные навыки</b></p> <p><u>Специалист должен знать и понимать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Принципы, лежащие в основе сбора и представления информации;</li> <li>• Способы анализа и оценки информации из различных источников;</li> <li>• Способы и технологии работы с информацией в условиях ее неполноты или ограниченности времени;</li> <li>• Терминологию в сфере информационной безопасности;</li> <li>• Основные требования к письменной и устной деловой коммуникации;</li> <li>• Важность поддержания знаний на высоком уровне и умение их использовать для анализа задач и представления результата;</li> <li>• Важность умения решать конфликтные ситуации и недопонимания;</li> <li>• Основные требования к смежным профессиям и специфику деятельности их представителей;</li> <li>• Способы представления информации в наглядном графическом виде.</li> </ul>	20
	<p>Специалист должен уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Собирать, анализировать и оценивать информацию;</li> <li>• Корректно толковать и употреблять профессиональную терминологию в зависимости от ситуации;</li> <li>• Понимать и выполнять предъявляемые требования как к результату, так и к процессу трудовой деятельности;</li> <li>• Доносить результат своей профессиональной деятельности до других людей, в том числе неспециалистов в области информационной безопасности;</li> <li>• Планировать общение с другими людьми и презентовать результаты своей работы;</li> <li>• Учитывать требования и задачи к результату своей деятельности;</li> <li>• Критиковать свои идеи и результат своей профессиональной деятельности;</li> <li>• Составлять отчеты по результату своей профессиональной деятельности;</li> <li>• Консультировать специалистов и неспециалистов в области информационной безопасности по профессиональным вопросам;</li> <li>• Реагировать на заявки систем массового обслуживания.</li> </ul>	
3.	<p><b>Подготовка питательной среды для выращивания в аквагрунте или плантариуме</b></p> <p><u>Специалист должен знать и понимать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Состав компонентов для подготовки питательной среды;</li> <li>• Химические правила при составлении питательной смеси;</li> </ul>	35



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Нормы рН и электропроводности для растительной питательной среды;</li> <li>• Основные общие агротехнические правила;</li> <li>• Как работает рН и Tds метры;</li> <li>• Как работает универсальный индикатор;</li> <li>• Правила работы с дорогостоящим оборудованием;</li> <li>• Состав субстратов, использующихся в аэро и гидропонных системах выращивания агрокультур, а также гидрогель как субстрат для выращивания агрокультур</li> <li>• Влияние тех или иных удобрений на рост растений;</li> <li>• Как регулировать уровень электропроводности в растворе.</li> </ul>	
	<p><u>Специалист должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Правильно смешивать химические препараты;</li> <li>• Увеличивать или уменьшать уровень рН в зависимости от технического задания;</li> <li>• Вносить комплекс удобрений, тщательно размешивая раствор после добавления каждого препарата;</li> <li>• Измерять величину электропроводности для определения соответствия концентрации среды текущей стадии развития растения;</li> <li>• Контролировать уровень кислотности раствора рН;</li> <li>• Измерять электропроводность раствора;</li> <li>• Вести блокнот с экспериментами;</li> <li>• Создавать питательную среду, оптимальную для выращивания растений.</li> </ul>	
4.	<p><b>Высаживание растений в аквагрунт или плантариум</b></p> <p><u>Специалист должен знать и понимать:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Правила и экологические нормы выращивания растений в искусственной среде;</li> <li>• Как правильно и безопасно отчищать растения от органики;</li> <li>• Влияния того или иного субстрата на рост растения;</li> <li>• Правила высадки растения в субстрат;</li> <li>• Правила приготовления субстрата;</li> </ul>	30
	<p><u>Специалист должен уметь:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Извлекать растение из почвы;</li> <li>• Производить дезинфекцию корневой системы;</li> <li>• Производить осмотр корневой системы и удалять погнившие части;</li> <li>• Правильно подготовить субстрат для дальнейшей работы;</li> <li>• Правильно определять корни растения в субстрате.</li> </ul>	

### **3. ТРЕБОВАНИЯ ОХРАНЫ ТРУДА И ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ**

К выполнению конкурсного задания допускаются участники, не имеющие медицинских противопоказаний для работы с растениями (отсутствие аллергических реакций) и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

#### **Требования безопасности перед началом работы:**

- 1. Надеть рабочую одежду (халат или передник, защитные перчатки, очки).*
- 2. Внимательно выслушать инструктаж по технике безопасности.*
- 3. Убедиться в целостности емкостей, (лабораторная посуда, горшки, кадки и т.п.), наличии и исправности рабочего инвентаря.*

#### **Требования безопасности во время выполнения работ:**

- 1. Выполнять все действия только по указанию главного эксперта.*
- 2. Соблюдать личную гигиену.*
- 3. Выполнять следует только работу, определённую конкурсным заданием.*
- 4. Не делать резких движений, не трогать посторонних предметов.*
- 5. Соблюдать порядок и дисциплину.*
- 6. Без разрешения куратора никуда не отлучаться.*
- 7. Брать удобрения только специальной пластмассовой ложкой или лопаточками.*
- 8. Размешивать раствор мешалкой длиной не менее 50 см.*
- 9. Воду доливать осторожно, по стенке посуды.*
- 10. Режущие и колющие инструменты класть на рабочем месте и переносить острыми концами от себя;*
- 11. Пикировку и пересадку растений выполнять в перчатках с помощью инструментов (совков, лопаточек и т.п.).*

#### **Требования безопасности в аварийных ситуациях:**

- 1. При плохом самочувствии сообщить об этом наставнику, техническому или куратору.*
- 2. При получении травмы немедленно сообщить о случившемся наставнику или куратору.*
- 3. При появлении посторонних запахов, задымлении, возгорании немедленно сообщить об этом наставнику, техническому и главному куратору и далее действовать в соответствии с их указаниями.*
- 4. При попадании раствора на кожу рук, лица тщательно промойте их проточной водой.*

#### **Требования безопасности по окончании работ:**

- 1. Проведите уборку рабочего места, сложите инструменты.*
- 2. Снимите рабочую одежду, приведите её в порядок.*
- 3. Проверьте безопасность рабочего места.*
- 4. Тщательно вымойте лицо и руки с мылом.*

#### **Участникам запрещается:**

- 1. прикасаться к нагретым элементам оборудования и электрическим разъёмам;*
- 2. трогать и пробовать на вкус химические вещества, растения;*
- 3. направлять острые концы колющих и режущих предметов на себя и других лиц;*
- 4. выполнять любые действия без разрешения главного куратора;*
- 5. использовать оборудование и приспособления не по прямому назначению;*
- 6. пикировку и пересадку растений выполнять руками;*
- 7. брать руками минеральные удобрения;*
- 8. передавать режущие и колющие инструменты острием вперед;*
- 9. выносить из помещения и вносить в него растения, любые предметы, приборы и оборудование без разрешения главного или технического куратора.*

## 4. РУКОВОДСТВО К ПРОЕКТИРОВАНИЮ ГИДРОПОННОГО КОНСТРУКТОРА ДЛЯ РАЗВИТИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СИТИ-ФЕРМЕРСТВО

### 4.1 Теоретические основы технологии.

**Гидропони́ка** (от др.-греч. ὕδωρ «вода» + др.-греч. πόνος, ρόπος — работа) — это способ выращивания растений на искусственных средах без почвы. Питание растения получают из питательного раствора, окружающего корни. Гидропоника позволяет регулировать условия выращивания растений — создавать режим питания для корневой системы, полностью обеспечивающий потребности растений в питательных элементах, концентрацию углекислого газа в воздухе, наиболее благоприятную для фотосинтеза, а также регулировать температуру воздуха и корнеобитаемого пространства, влажность воздуха, интенсивность и продолжительность освещения. Создание оптимальных условий для роста и развития растений обеспечивает получение очень высоких урожаев, лучшего качества и за более короткие сроки. Выращивание растений этим способом менее трудоемко, чем в почвенной культуре, вода и питательные вещества расходуются экономнее. Подача питательного раствора легко автоматизируется. В условиях гидропоники практически отпадает борьба с сорняками.

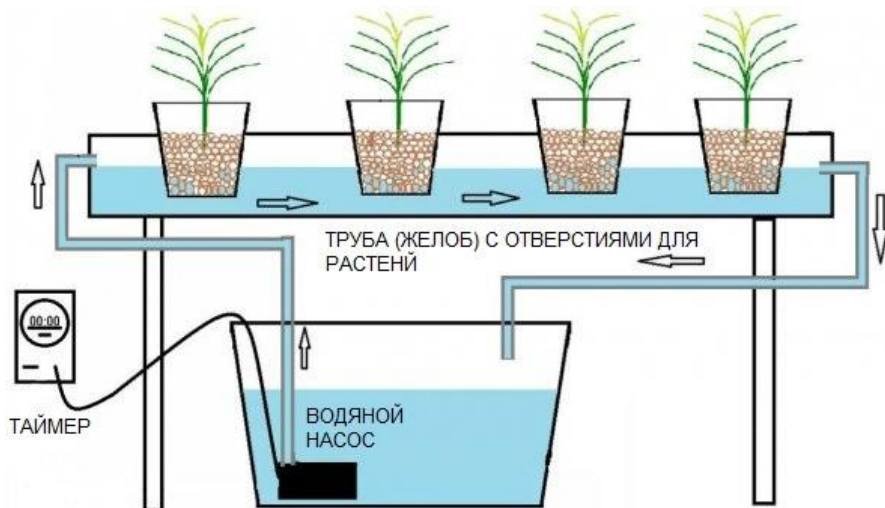


Рисунок 1 – Общий вид системы гидропонной технологии

### 4.2 Искусственное освещение растений

Для автономного выращивания растений на предлагаемых многоярусных стеллажных гидропонных установках в условиях закрытой светокультуры рекомендовано использовать систему светодиодных фитоламп с интенсивностью светового потока не менее  $120 \text{ мкмоль/м}^2\text{с}$ .

Лампы должны быть расположены таким образом, чтобы равномерно распределять свет по всей площади выращивания. Так, на  $1 \text{ м}^2$  посадочной освещаемой площади необходимо в среднем 14-15 светодиодных полос, длиной

0,5 м (500 светодиодов по 3 Вт). Светодиоды располагаются на уровне 30-40 см от посадочной поверхности.

Режим работы осветительного оборудования соответствует: 16 часов – включение освещения (день), 8 часов – выключение освещения (ночь). Данный график освещения выполняется в автоматическом режиме при помощи специальных электронных таймеров (24/15), асинхронного реле времени или логически запрограммированной автоматизированной системой управления.

Волновые характеристики используемых светодиодов должны соответствовать волновому диапазону фотосинтеза растений - 400-700 nm.

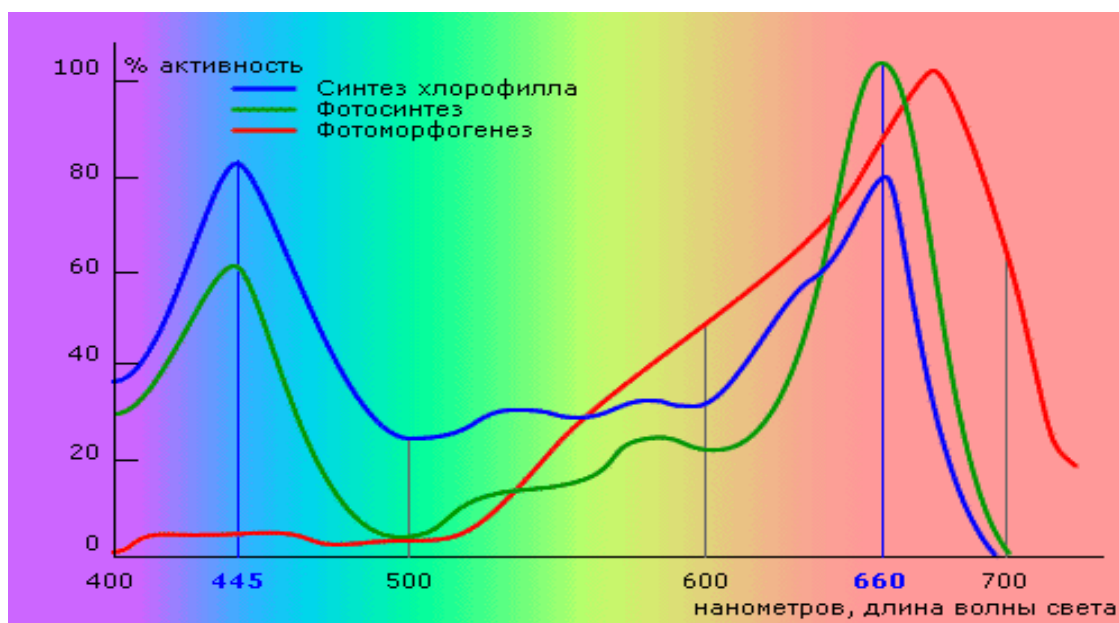


Рисунок 2 - График интенсивности поглощения растением света различной длины

Наибольшая активность фотосинтезирующих клеток растения (хлоропластов) имеет максимумы и соответствует двум диапазонам длин волн: 440-460 nm - синий спектр и 650-670 nm - красный спектр (Рис.2: фотосинтез – зеленая линия). В связи с этим светодиодные элементы должны быть подобраны как комбинация синих и красных элементов (совмещенно или отдельно).

### 4.3 Создание искусственного микроклимата

Использование замкнутых объемов и помещений для выращивания растений существенно облегчает поддержание заданных параметров микроклимата за счет снижения влияния внешних факторов окружающей среды.

В тоже время из расчёта затрат на оборудование и потребление энергоресурсов микроклимат стоит на втором месте после системы освещения растений.

Микроклимат создается действием всех систем технологического оборудования: отопительной, вентиляционной, поливной, системой питания и увлажнения, подкормки углекислым газом, искусственным освещением и факторами фитоценоза (доля влияния самих растений на микроклимат) и контролируется при помощи измерительных приборов (термометр с индикатором уровня влажности).

### 4.3.1 Контроль уровня влажности в помещении

Рекомендованная влажность в помещении для выращивания зеленных культур – 70% .

Поддержание необходимой влажности возможно при помощи промышленных ультразвуковых увлажнителей с автоматизированной системой управления и поддержания заданного уровня влажности.

Контроль температуры и влажности является определяющим фактором эффективности роста и развития растений на разных этапах. Для растений салата необходимо придерживаться заданных ночных и дневных диапазонов соотношения температуры/влажности (таб.1). Выход за рамки указанных значений (особенно повышение температур выше 25 градусов °С и снижение влажности ниже 60%) приводит к падению темпов роста салата и удлинению периода вегетации в 1,5 раза и более.

Таблица 1 - Температура и влажность на различных этапах роста салата

Этапы вегетации листового салата	Ночная температура	Дневная температура	Влажность
Высев семян	+18...+20°C	+20...+22 °C	93-95%
Появление всходов	+20...+22°C	+22...+24°C	80%
Рассада	+16...+18 °C	+18...+20 °C	70-75 %
Взрослые растения	+16...+18 °C	+18...+22 °C	60-80%

При этом важно знать, что соотношение температуры и влажности имеет нелинейный характер и находится в строгой зависимости (Рис.3).

Для эффективного контроля и управления параметрами микроклимата рекомендовано использовать логически запрограммированную АСУ с набором датчиков, установленных в разных местах системы и управляющих элементов для каждого типа технологического оборудования системы микроклимата.

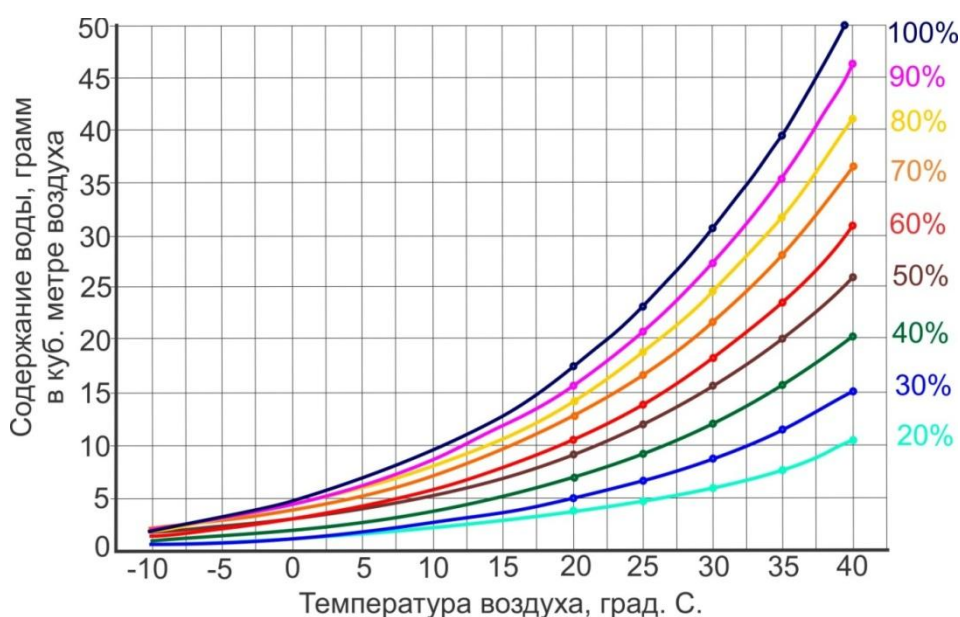


Рисунок 3 – Приблизительная зависимость влажности воздуха от температуры

Таблица 2 – параметры микроклимата для основных видов культур

Растения	Освещение	Температура	pH	PPM/TDS
<b>ЗЕЛЕНЬ</b>				
Амарант овощной	интенсивное	теплая	6.0-7.0	1120-1400
Базилик	интенсивное	теплая	5.5-6.5	700-1120
Горчица салатная	среднее	прохладная и теплая	6.0-7.5	840 -1680
Зеленый лук	среднее и интенсивное	теплая и жаркая	6.0-7.0	980-1260
Кинза	среднее и интенсивное	теплая	6.2-6.8	980-1400
Кресс водяной	среднее	прохладная и теплая	6.0-7.0	280-1260
Майоран	интенсивное	теплая	6.9	1120-1400
Мангольд	среднее и интенсивное	теплая и жаркая	6.0-7.0	1260-1610
Мизуна	среднее и интенсивное	прохладная и теплая	6.5-7.2	1120-1400
Мята	среднее и интенсивное	теплая	5.5-6.5	1400-1680
Орегано	интенсивное	теплая	5.8-7.0	1120-1400
Петрушка	интенсивное	теплая	5.5-7.0	650-1260
Портулак	среднее и интенсивное	теплая	5.5-6.5	1120-1400
Розмарин	интенсивное	теплая	5.5-6.0	700-1120
Руккола	среднее и интенсивное	прохладная и теплая	5.6-6.0	1260-1750
Салат	среднее	прохладная	6.0-7.0	560-840
Сельдерей листовой	среднее и интенсивное	теплая	6.0-7.5	1260-1610
Укроп	среднее	теплая	6.0-7.0	1400-1610
Хризантема овощная	среднее и интенсивное	теплая	6.5-7.0	1120-1400
Шпинат	среднее	прохладная и теплая	6.0-7.0	1260-1610
Щавель	среднее и интенсивное	теплая	5.0-6.0	1120-1400
<b>ОВОЩНЫЕ КУЛЬТУРЫ</b>				
Баклажаны	интенсивное	жаркая	6.0	1200-2450
Бобовые	интенсивное	теплая	6.0	1400-2800
Брокколи	среднее и интенсивное	прохладная	6.0-6.8	1900-2450
Горох	среднее	прохладная	6.0-7.0	980-1260
Перец(чили, сладкий)	интенсивное	теплая и жаркая	6.0	1260-1540
Огурцы	среднее	жаркая	5.5-6.0	1100-1750
Томаты	интенсивное	жаркая	5.5-6.5	1400-3500
<b>ЯГОДЫ</b>				
Клубника / земляника	интенсивное	теплая	6.0	1260-1540

#### *4.3.2 Использование приточно-вытяжной вентиляции*

Правильная вентиляция в помещении для культивирования растений определяет следующие параметры: интенсивность удаления отработанного воздуха и подачи свежего, температуру и влажность воздуха. Чрезмерно влажный застойный воздух является благоприятной средой для развития и распространения болезнетворных бактерий. При слабой циркуляции или недостаточном поступлении свежего воздуха, повышение уровня влажности на поверхности листьев позволяет бактериям свободно развиваться и заражать растения. Таким образом автономная аэро-, аква-, гидропонная система или

помещение, в котором она расположена в обязательном порядке должно быть оснащено системой приточно-вытяжной вентиляции.

Важно понимать, что вентиляция также является одним из самых используемых и эффективных инструментов для понижения температуры, но при этом снижается и относительная влажность воздуха.

### ***4.3.3 Подкормка углекислым газом***

Приток свежего воздуха обеспечивает подачу углекислого газа (CO<sub>2</sub>), необходимого для жизнедеятельности растений. На углекислый газ приходится около 50% сухой массы растения, на кислород - оставшиеся 42%. В беспочвенной среде растения быстро поглощают весь доступный объем CO<sub>2</sub>. Соответственно, чтобы избежать слишком сильного падения уровня CO<sub>2</sub> и урожайности очень важно обеспечить достаточную интенсивность подачи свежего воздуха. Низкий уровень CO<sub>2</sub> угнетает рост и снижает урожайность.

Оптимальная концентрация CO<sub>2</sub> для растений должна находиться в пределах 1000-1500 ppm, что в 3 раза выше чем на улице. При таком высоком содержании CO<sub>2</sub> в помещении могут находиться люди. Применение CO<sub>2</sub> подкормок ускоряет развитие растений и увеличивает их массу, CO<sub>2</sub> не должен содержать никаких примесей.

### ***4.3.4 Важная роль насосных систем***

Насосы подают питательный раствор из баков в лотки с требуемой периодичностью и временем работы насоса для обеспечения питания растений.

Для организации режима временных интервалов циркуляции раствора необходимо использовать ассиметричное реле времени, либо программируемый логический элемент (контроллер), он может быть установлен, как отдельно, так и в составе общей системы управления установкой.

Питательный раствор по системе магистральных трубопроводов, форсунок и распределительных коллекторов поступает в лотки с растениями и сливается в сборный желоб, далее по трубам поступает в резервуар. Система рециркуляции раствора должна быть оснащена фильтром грубой очистки на входе в бак и фильтром мелкой очистки на входе в насосный агрегат.

**Важно!** Бесперебойная работа насосной системы является критическим параметром для бессубстратного выращивания растений. Достаточно 6 часов отсутствия увлажнения в прикорневой зоне растения, чтобы начался необратимый процесс отмирания растительных клеток.

Во избежание рисков отказа насосной системы необходимо:

- использовать защиту от скачков напряжения в сети;
- исключить риски возникновения короткого замыкания;
- оснастить систему мониторинга контрольными датчиками протечки, уровня питательного раствора в баке, уровня раствора/влажности в лотке;
- при планировании инженерных сетей производства заложить индивидуальную схему резервного энергоснабжения растворных узлов и насосной системы.

Необходимо учесть, что потребление жидкости растениями растет пропорционально их росту. В случае, если все же растения оставались в течение времени без увлажнения, для предотвращения увядания и снижения стресса необходимо отключить освещение,

увлажнить листья раствором с содержанием антистрессового регулятора «Эпин» 0,1 %.

#### 4.3.5 Использование контрольных приборов и датчиков

Для достижения максимальной урожайности в минимальные сроки необходим постоянный мониторинг и управление процессами роста растений в заданных диапазонах. Для этого производство оснащается АСУ (автоматизированной системой управления) и приборами контроля критических показателей:

- температурные датчики - измеряют показания в различных точках аэро-, аква-, гидропонной системы;
- датчики относительной влажности - измеряют показания в верхнем и нижнем ярусе установки;
- датчик измерения концентрации CO<sub>2</sub> в воздухе;
- - измеряет в PAR (Photosynthetically Active Radiation) в единицах - micromoles/m<sup>2</sup>s /sec.;
- датчик концентрации кислорода в воде. (При низкой концентрации O<sub>2</sub> корни растений могут задыхаться и начать отмирать);
- pH питательного раствора – степень щелочности и кислотности воды, измеряется в концентрации ионов водорода моль/л. Баланс необходим для правильной усвояемости микроэлементов растениями. Для разных культур рекомендованный pH может меняться.
- ES - электропроводность раствора;
- TDS – концентрация солей в питательном растворе (измеряется в - microS cm<sup>-1</sup>). Датчики ES и TDS необходимы для определения концентрации микро- и макро- элементов в питательном растворе.



Рисунок 4 – Датчики температуры и влажности совмещенные в одном корпусе: а- стационарный; б – погружной; в – с цифровым модулем



Рисунок 5 – Датчики углекислого газа, освещения, pH, электропроводности и концентрации солей в растворе



## 5 ЗАДАНИЕ НА ИЗГОТОВЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ УЗЛОВ УСТАНОВКИ

Необходимо собрать работающий прототип установки Zip-grow башен из предложенных материалов, высадить растения и обеспечить им регулярную подачу питания и освещения по графику с возможностью мониторинга показателей окружающей среды.

Примите во внимание, что схема, размещенная в п.1 данных методических рекомендаций является условной и примерной, демонстрирующей принцип технологии. Ваша задача – разработать свою конструкцию, которая была бы наиболее компактной, энергоэффективной (экономичной с точки зрения материалов и ресурсов), работающей по замкнутому циклу и в автоматическом режиме в рамках предоставленных средств труда и материалов.

### *5.1 Основные этапы выполнения работ:*

1) Разработка конструкции баков и башен. Растения должны быть крепко зафиксированы в субстрате, то есть прорезь/дырки в субстрате должны крепко фиксировать растения. Башни не должны быть выше 50 см. Питательный раствор должен проходить сквозь всю площадь субстрата после чего стекать обратно в бак. График полива должен быть разработан таким образом чтобы исключить перелив или пересыхание субстрата.

2) Разработка и монтаж магистралей. После принятия решения о схеме размещения системы полива необходимо спроектировать магистраль оптимально и экономично по расходу трубки. Питательный раствор должен подаваться в магистраль при помощи насоса.

3) Разработка и монтаж системы освещения. Система освещения должна быть крепко зафиксирована перед растениями и подвешена на каркас. Светодиодные ленты должны быть изолированы от внешней среды при помощи светопрозрачных трубок и иметь теплоотвод через алюминиевый профиль. К светодиодным лентам должно быть подведено электричество (при помощи пайки).

4) Монтаж блока автоматики. Блок-конструктор автоматики Arduino собирается и настраивается по приложенной инструкции изготовителя. Автоматика должна контролировать включение и выключение насоса и освещения по заданному режиму и графику через реле и силовые розетки. Силовые розетки должны быть запитаны от сети 220 В и зафиксированы на корпус ПВХ.

Автоматика Arduino должна осуществлять также сбор и вывод данных на экран о состоянии окружающей среды в соответствии с комплектацией датчиков.

5) Высадка растений (высев семян). Семена высаживаются в рассадное отделение, до прорастания корней необходимо поддерживать влажность субстрата и поддерживать режим освещения день/ночь для прорастания семян. Можно создать парник для семян при помощи стрейч-пленки. После прорастания семян корни растений фиксируются в агроминеральной вате или другом субстрате Zip-Grow башни.

## 5.2 Комплектность расходных материалов и средств для сборки

Конструкция и система для подачи питания:

№	Наименование	Кол-во	Место упаковки
1.1	Кабель-канал (белый) 2м	1	У куратора
1.2	Крышка бака	1	Коробка 2
1.3	Бак (для питательного раствора) 39*28*56 см	1	Коробка 2
1.4	Капельницы регулируемые	4	Коробка 2 (контейнер)
1.5	Тройник	1	Коробка 2 (контейнер)
1.6	Магистрالی: черная трубка-шланг	Рассчитать самостоятельно	У куратора на отрез
1.7	Уголок	1	Коробка 2 (контейнер)
1.8	Кран шаровый	1	Коробка 2 (контейнер)
1.9	Заглушка магистрالی	1	Коробка 2 (контейнер)
1.10	Насос Xilong 3320		Коробка 2 (контейнер)
1.11	Агроминеральная вата		У куратора

Конструкция и система освещения:

№	Наименование	Кол-во	Место упаковки
2.1	Распаячная коробка (электр.)	1	Коробка 2
2.2	Провод вводной для вилки (ПВС)	5 м	Коробка 2
2.3	Провод соединительный ШВВП	5 м	Коробка 2
2.4	Вилка 220 В	1	Коробка 2
2.5	Клеммники соединительные	5	Коробка 2
2.6	Светодиодная лента	По размеру профилей	Коробка 2
2.7	Блок питания для светодиодной ленты	1	Коробка 2
2.8	Трубка поликарбонатная (рассеиватель для света)	4	Коробка 2
2.9	Профиль алюминиевый для светодиодной ленты	4	Коробка 2
2.10	Крепления для светильников	8	Коробка 2
2.11	Заглушки для светильников	8	Коробка 2
2.12	Аллюминиевый профиль для каркаса	Рассчитать самостоятельно	У куратора на отрез
2.13	Заклепки и уголки для каркаса	Рассчитать самостоятельно	У куратора

Система для мониторинга и поддержания работы установки в автоматическом режиме:

№	Наименование	Кол-во	Место упаковки
3.1	Комплект автоматики Arduino (инструкция по сборке внутри)	1	Коробка 2
3.2	Розетки к блоку автоматики	2	Коробка 2
3.3	ПВХ (для фиксации розеток)	Рассчитать	У куратора

		самостоятельно	
3.4	Датчик уровня воды (угловой)	1	Коробка 2
3.5	Датчик влажности	1	Коробка 2
3.6	Датчик освещённости	1	Коробка 2
3.7	Датчик влажности почвы	4	Коробка 2

#### Другие расходные материалы:

№	Наименование	Кол-во	Место упаковки
4.1	Канцелярский нож	1	Коробка 2
4.2	Изолента	1	Коробка 2
4.3	Измерительная рулетка	1	Коробка 2
4.4	Хомут-стяжка черные	100	Коробка 2
4.5	Шило (для прокола магистралей)	1	Коробка 2 (контейнер)
4.6	Опрыскиватель	1	Коробка 2
4.7	Перчатки	5	Коробка 2
4.8	Перчатки латексные		У куратора
4.9	Скотч широкий прозрачный	1	Коробка 2
4.10	Очки защитные	1	Коробка 2
4.11	Маска защитная	1	Коробка 2
4.12	Семена		У куратора
4.13	Эпин		У куратора
4.14	Корневин		У куратора
4.15	Стрейч-пленка		У куратора

## 5.5 Техника безопасности

- 1) Все работы по распилу, сверлению, пайке, разрезанию материалов (металла и пластика) необходимо выполнять в защитных перчатках и очках;
- 2) Все работы с агроминеральной ватой необходимо выполнять в латексных перчатках, очках и маске;
- 3) Все работы по приготовлению питательного раствора, субстрата, грунта, подготовке удобрений, высаживанию растений необходимо выполнять в латексных перчатках;
- 4) После окончания работы с электроинструментами необходимо выключать их из сети;
- 5) При проверке и конструировании электрической цепи узла или элемента необходимо удостовериться, что все открытые участки цепи, в том числе клеммы, изолированы от контакта с окружающей средой (воздух, вода, кожа человека) при помощи изоленты;
- 6) При проверке работы собранной электрической цепи запрещено прикасаться к ее контактными частям, (необходимо убедиться, что никто не прикасается). При перемещении электрической цепи в ходе установки возможно брать только за изолированные ее части (пластиковые корпуса розеток и вилок, кожух проводов);
- 7) Запрещено прикреплять участки электрической цепи, освещение в местах конструкции, где потенциально возможен контакт с водой (погружного насоса и других датчиков предназначенных для воды);

8) **ВНИМАНИЕ!** Если вы сомневаетесь, что способны правильно и безопасно для себя и окружающих сделать какое-либо действие по монтажу или распилу, соединению деталей, либо при работе с электричеством - обратитесь сразу же за помощью или советом к куратору!

#### *5.4 Руководство по проектированию установки Zip-Grow*

Zip-Grow — одна из новейших технологических разновидностей гидропонной системы, получила своё название от слова zip («застежка») из-за конструктивных особенностей. В данном случае растения расположены не горизонтально относительно друг друга на одной поверхности, а вертикально, что позволяет осуществлять подачу питательного раствора сверху вниз под действием силы тяжести, это выгодно снижает риск перелива и застоя раствора. В качестве основы конструкции чаще всего используются пластиковые короба с прорезью, а в качестве субстрата - агроминеральная вата, либо ретикулированный поролон. Примерная схема реализации Zip-Grow технологии представлена на рисунке 6.



Рисунок 6 – Zip-Grow гидропонная технология

### Достаточные и необходимые условия для роста и развития растений в Zip-Grow башне в искусственных условиях среды:

- 1) Растения должны быть крепко закреплены в субстрате внутри башни, иметь запас субстрата для вращающегося в него корневой системы;
- 2) Субстрат должен поддерживаться во влажном состоянии (не допускается высыхание корней);
- 3) Подаваемое на субстрат питание должно содержать все необходимые растению микро- и макро- элементы в соответствии с выращиваемой культурой;
- 4) Условия внешней среды должны быть стабильны и поддерживаемые показатели микроклимата должны соответствовать потребностям выращиваемой культуры;
- 5) Должно быть предусмотрено искусственное освещение всей листовой поверхности посадки рассеянным светом в режиме день/ночь, имитирующим естественный природный цикл освещения.

### *5.5 Руководство по проектированию установки «Змейка»*

На рисунке 7 представлена гидропонная система замкнутого водоснабжения в исполнении по типу «Змейка». Она работает следующим образом. Питательный раствор в системе циркулирует по замкнутой системе, из резервуара 1, погружной помпой 2, подается вверх по трубе подачи 3, через отвод 4 и эксцентрический переход 5 или муфту в полипропиленовую трубу 6 с шумопоглощением Equation. Такие трубы бывают разных размеров и соединяются муфтами для удлинения. Полипропиленовая труба находится под уклоном не более 5% по отношению к длине трубы, и составляет 7-9°. В трубах высверливаются отверстия под установку стаканчиков с растениями. Рекомендуемый диаметр полиуретановых труб составляет 110 мм. Как видно из рисунка 7 трубы 6 устанавливаются на специальные пластиковые хомуты 11 с фиксирующей защелкой. К этой защелке на саморезы крепятся фиксаторы 10 для светодиодных светильников 7. Их расположение спроектировано таким образом, чтобы светильники 7 освещали нижние ряды растений, но при этом выдерживали расстояние относительно верхнего стебля растения. На рисунке 1 изображены четыре канала труб. Каждый последующий канал имеет противоположный уклон относительно предыдущего канала. Это необходимо чтобы соблюсти самостоятельный возврат питательного слоя обратно в резервуар 1. Между каналами установлены трубы возврата 8 которые соединяются к полиуретановым трубам через отводы 4 к эксцентрическим переходам 5. Диаметр труб возврата 8 проектируется с учетом напора воды, поступающего от водяной помпы и обычно бывает 1/3 от диаметра основного канала полиуретановой трубы.

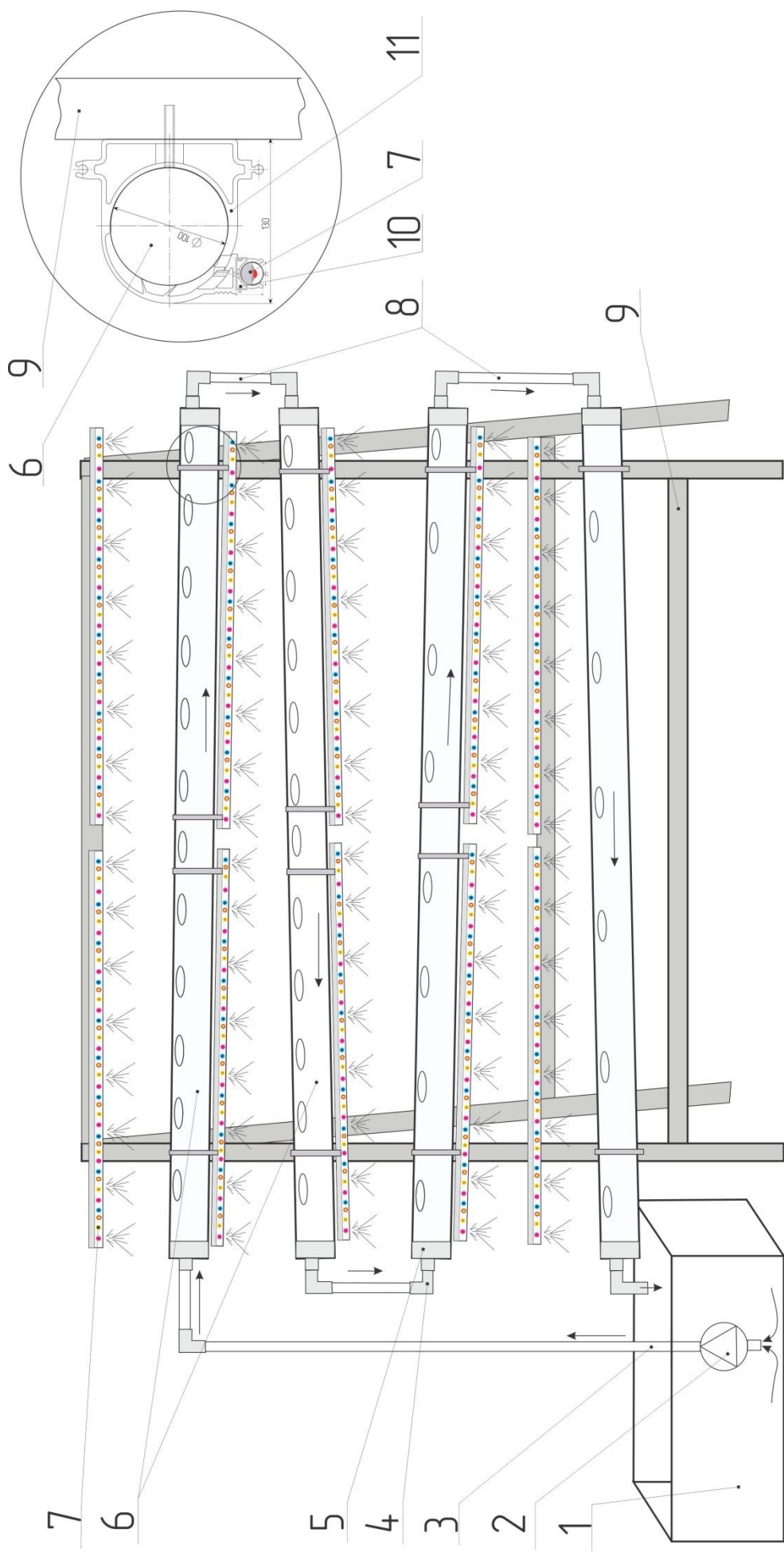


Рисунок - 7 – Гидропонная установка замкнутого водоснабжения типа «Змейка»

Следует обратить внимание, что расстояние между каналами увеличивается к нижнему контуру гидропонной установки, а также уменьшается количество отверстий в каналах. Это спроектировано для обеспечения растениям правильной площади междурядья, чтобы растения развивались не только в высоту, но и в ширину. Кроме того, по мере роста растения, увеличивается его корневая система. Поэтому для крайнего нижнего канала нормальным будет на метр канала высаживать 4 куста растений базилика, руколы, укропа, салата.

Все каналы зафиксированы на опорную стойку 9, которая имеет наклонный характер похожую на букву «А».

Особое внимание заслуживает установка фитосветильников 7. Такие светильники должны быть в изолированном корпусе из фитонейтрального прозрачного материала. Их выводы должны быть надежно изолированы, а токоведущие части спрятаны в специальный кабель-канал, как это показано на рисунке 8.



Рисунок 8 - Установка токоведущих частей светильников в кабель-канал

## 6 ПИТАНИЕ РАСТЕНИЙ

### *6.1 Микро- макроэлементы*

Гидропонические удобрения есть на любой вкус; порошки и жидкости, универсальные, двух или трех- компонентные и т.д. Задача выбора лучшего для вас может оказаться сложной, используйте простые системы, недорогие и эффективные при выращивании разнообразных культур, которые при этом могут раскрыть свой потенциал без всяких стимуляторов и добавок. Для правильного развития растение должно иметь доступ ко всем необходимым элементам.

**(С) Углерод:** Необходим для стенок клеток, в производстве сахаров с помощью хлорофилла и самом хлорофилле. Углерод — это практически 50% сухого веса растений.

**(Н) Водород:** Важен в пищевом катионном обмене (химическая реакция, при которой корни поглощают питательные вещества) и в связях растения с почвой. Водород также имеет важное значение для формирования сахаров и крахмалов и его легко получить из воды. Вода также поддерживает каркас, жесткую структуру растения на основе так называемого тургорного, давления жесткости, когда растению не хватает воды оно теряет жесткость и увядает.

**(Fe) Железо:** Формирование хлорофилла, помогает при питании сахарами для извлечения энергии для роста.

**При недостатке:** Недостаток железа встречается часто и вызывает бледность новых ростков и опадание цветков. Пожелтение первоначально наблюдается на жилках листьев и отмирании края листьев.

**Токсичность:** Избытка железа трудно добиться и он очень редок.

**(O) Кислород:** Нужен для формирования сахаров, крахмалов и целлюлозы. Кислород необходим для процесса дыхания, который обеспечивает энергией развитие растения.

**(N) Азот:** Необходим для формирования аминокислот, коэнзимов и хлорофилла. Недостаток азота (в форме нитратов и аммония) будет приводить к закручиванию растений и маленьким желтеющим листьям. Некоторые части растения даже могут стать фиолетовыми. Избыток азота приводит к чрезвычайно-активному росту, темно-зеленым листьям и задержке созревания плодов. Растения также могут стать более восприимчивыми к вредителям.

**(Ca) Кальций:** Требуется для формирования стенок клеток. При недостатке: Недостаток кальция вызывает замедление роста и изгибание и морщинистость листьев. Молодые побеги отмирают, а цветки опадают с растения. Кальциевая недостаточность у томатов вызывает появление коричневых пятен внизу плода, а потом и их загнивание, особенно при высоких температурных перепадах. **Токсичность:** Избытка кальция трудно добиться или обнаружить.

**(P) Фосфор:** Участвуют в производстве сахаров, фосфатов и АТФ (энергии) — при производстве цветов и плодов — росте корней.

**При недостатке:** Недостаток фосфора задерживает процесс роста, растение становится темно-зеленым. Нижние листья становятся желтыми и могут стать пурпурными, так как фосфор забирается из них для роста новых листьев. Листья сворачиваются и увядают, производство плодов и рост корней находится под угрозой.

**Токсичность:** Избыток фосфора понижает доступность меди и цинка.

**(K) Калий:** Синтез протеинов требует высокого уровня калия. Выносливость, рост корней и производство сахара и крахмала также требуют калия.

**При недостатке:** Рост растения замедляется, старые листья становятся крапчатыми и подвергаются грибковым заболеваниям.



<p><u>Токсичность:</u> Избыток калия повлечет за собой дефицит магния.</p>
<p><b>(S) Сера:</b> Синтез протеинов, потребление воды, плодоношение и проращивание, природный фунгицид.</p> <p><u>При недостатке:</u> Недостаток серы бывает редко, но если случается, обычно приводит к пожелтению молодых листьев и фиолетовому цвету основания листа.</p> <p><u>Токсичность:</u> Избыток серы замедляет рост, листья остаются маленькими.</p>
<p><b>Макроэлементы.</b> Макроэлементы абсорбируются в больших количествах из среды выращивания или, как в нашем случае, питательного раствора. Они хорошо изучены и легко распознаются в растительной пище и поэтому используются при определении питательности растительной пищи. Вы может быть знакомы с так называемыми N-P-K оценками, которые печатаются на контейнерах всех продаваемых растительных продуктов.</p>
<p><b>Микроэлементы.</b> Микроэлементы впитываются растением в очень малых количествах. Они менее известны, чем макроэлементы, о которых мы говорили, так как большинство растительных продуктов не содержит их.</p>
<p><b>(Mg) Магний:</b> Используется при производстве хлорофилла и создании ферментов.</p> <p><u>При недостатке:</u> Недостаток магния заставляет старые листья скручиваться, появляются желтые области между жилками листьев. Только новые листья становятся зелеными, так как магний забирается у старых и транспортируется молодым.</p> <p><u>Токсичность:</u> Симптомы избыточности магния очень редки.</p>
<p><b>(B) Бор:</b> Необходим для формирования стенок клеток растения в комбинации с кальцием.</p> <p><u>При недостатке:</u> Недостаток бора приводит к хрупкости стебля и плохому росту. Стебли могут даже расплющиваться и расщепляться.</p> <p><u>Токсичность:</u> Избыток бора приводит к пожелтению и отмиранию листьев.</p>
<p><b>(Mn) Марганец:</b> Катализатор в процессе роста, получении кислорода в процессе фотосинтеза.</p> <p><u>При недостатке:</u> Недостаток марганца влечет пожелтение листьев между жилок и срыву цветения.</p> <p><u>Токсичность:</u> Избыток марганца понижает доступность железа.</p>
<p><b>(Zn) Цинк:</b> Используется в производстве хлорофилла и метаболизма азота.</p> <p><u>При недостатке:</u> Недостаток цинка приводит к маленьким листьям со сморщенными краями.</p> <p><u>Токсичность:</u> Избыток цинка также понижает доступность железа.</p>
<p><b>(Mo) Молибден:</b> Азотный метаболизм и усвоение.</p> <p><u>При недостатке:</u> Знаки при недостатке — маленькие, желтые листья.</p> <p><u>Токсичность:</u> Избыток молибдена можно заметить на томате, если некоторые листья становятся светло-желтыми.</p>
<p><b>(Cu) Медь:</b> Активирует ферменты, необходимые для дыхания и фотосинтеза.</p> <p><u>При недостатке:</u> Недостаток меди можно заметить по бледным листьям с желтыми пятнами.</p>

Токсичность: Избыток меди понижает доступность железа.

**(Со) Кобальт:** Поглощение азота организмами в таких культурах, как фасоль и люцерна нужен кобальт в незначительных количествах. Кобальт также содержится в витамине В-12, который есть во всех живых организмах.

Выбирая гидропонное питание. Чаще всего для удобрений приводится соотношение N-P-K в процентах. Например, 10-10-10 означает, что содержится 10% азота, 10% фосфора и 10% калия по весу. Если вы помните математику, то увидите, что в сумме это только 30%. Остальная составляющая приходится на другие питательные вещества, хелаты и наполнители, используемые для содействия процессу питания. Вы легко можете использовать гидропонные удобрения для других методов выращивания растений, но нельзя использовать удобрения, предназначенные для почвенного выращивания в гидропонике, так как эти удобрения не содержат нужный для нашего применения баланс питательных веществ. Используйте удобрения из нескольких составляющих по формулам, потому что они всегда будут лучше, чем какое-то универсальное удобрение. Сложные двух или трехкомпонентные удобрения позволяют вам на выбор смешивать ваш раствор для определенных нужд — фазы развития при этом намного лучше.



Рисунок 9 - Закрытая ферма по выращиванию базилика — PVC трубы.

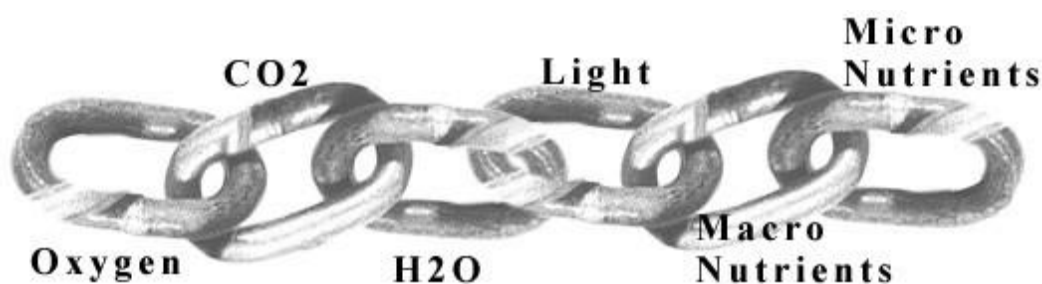


Рисунок 10 – «Питательная цепочка» растений

Кислород — углекислый газ — вода — свет — макроэлементы — микроэлементы. Если мы сравним здоровье растения с силой цепи, мы обнаружим, что растение сильно так, как сильно самое слабое звено цепи. Чтобы быть уверенными в силе нашей «питательной цепочки», важно убедиться, что у вас есть все звенья и они вовремя поставляются. Концентрация питательных веществ в растворе имеет очень важное значение, так как гидропонные растения полностью зависят от того, что получают вместе с водой, а также различные растения могут требовать разную «диету». Сейчас множество продаваемых удобрений для гидропоники включают инструкции для смешивания растворов для определенных типов растений, фаз роста и состояния роста. Широкий выбор высококачественных продаваемых удобрений упрощает старт для начинающих в гидропонике и тех, кто не изобретает свои собственные растворы.

При выборе удобрения для вашего сада есть несколько простых вещей, которые следует искать. Самый важный фактор в том, что удобрение должно быть сделано СПЕЦИАЛЬНО ДЛЯ ГИДРОПОННОГО применения. Использование смеси удобрения типа “Magic Grow” нецелесообразно, потому что формулы этого удобрения создавались для питания почвенных садов и не содержат микро- и иных элементов, необходимых в гидропонной среде. Второе фактор при выборе удобрений — в какой форме они вам нужны в виде порошка или жидкости. Универсальные, однокомпонентные удобрения приемлемы при выращивании растений гидропонически при умеренном и низком освещении, но если вы собираетесь выращивать при высокоинтенсивном освещении или сильном, прямом солнечном свете, вы обнаружите, что использование двухкомпонентных порошковых или жидких удобрений даст вам лучший эффект. Причина этого проста — однокомпонентное, многофункциональное удобрение спроектировано для соответствия широкому спектру растений, условий освещения и фазам роста. Предпочтительно использование двух или трехкомпонентное жидкое удобрение, именно по этой причине — можно смешать их в различных пропорциях и комбинациях для достижения нужных условий роста и вида растения на каждой стадии развития. Это очень мощная технология при оптимальном выращивании в вашем саду.

## 6.2 Делаем собственные удобрения

**Рецепты питательных растворов. Количество солей указано в граммах на 10 литров воды.**

Рецепт №1 (по Кнопу)	Рецепт №2 (по Эллису)
Кальций азотнокислый – 10,0	Нитрат кальция – 10,0
Калий азотнокислый – 2,5	Сульфат магния – 5,0
Калий фосфорнокислый однозамещенный – 2,5	Монокалийфосфат – 3,0
Магний сернокислый – 2,5	Сульфат аммония – 1,0
Калий хлористый – 1,25	Железо лимоннокислое – 0,5
	Сульфат марганца – 0,02

Железо хлористое – 1,25	Бура – 0,02 Сульфат цинка – 0,01 Сульфат меди – 0,01
<b>Рецепт №3 (по Герикке)</b>	<b>Рецепт №4 (летний)</b>
Монокальцийфосфат – 1,4 Калийная селитра – 5,5 Кальциевая селитра – 1,0 Сульфат магния – 1,4 Сульфат железа двухвалентного – 0,2 Сульфат марганца – 0,02 Бура – 0,02 Сульфат цинка – 0,01 Сульфат меди – 0,01	Кальциевая селитра – 0,6 Калийная селитра – 0,3 Сульфат аммония – 0,06 Суперфосфат – 0,68 Сульфат калия и магния – 0,34 Железо хлористое – 0,02
<b>Рецепт №4 (зимний)</b>	
Кальциевая селитра – 0,47 Калийная селитра – 0,33 Суперфосфат – 0,55 Сульфат калия и магния – 0,63 Железо хлористое – 0,016	

### Раствор микроэлементов для гидропоники

К раствору Кнопа (рецепт №1) и к растворам по рецептам №4 нужно добавить на каждый литр готового раствора по 1 см<sup>3</sup> раствора микроэлементов следующего **состава (по Хогланду)**:

Хлористый литий – 0,28	Хлористый марганец	Сульфат никеля – 0,55
Сульфат меди – 0,55	двухвалентный – 3,89	Нитрат кобальта – 0,55
Борная кислота – 6,1	Йодистый калий – 0,28	Двуокись титана – 0,55
Сульфат цинка – 0,55	Бромистый калий – 0,28	Хлористое олово – 0,28
	Сульфат алюминия – 0,55	

Растворяем каждую соль по-порядку, пока не растворится одна, не переходите к другой. Когда вы растворите все соли, дайте раствору остыть, перед тем, как заливать его в свой резервуар. Вам понадобится ЕС или TDS/PPM -метр для определения количества раствора, которое необходимо развести с каждым литром воды в вашем резервуаре.

Примечание:

Посмотрите этикетку на каждой соли, которую вы купили, чтобы соблюдать технику безопасности. Храните чистые соли в сухом месте, так как они могут впитывать влагу из воздуха и вода нарушит их весовые параметры. Пользуйтесь только точными весами, а не «кухонными», точность при изготовлении растворов критична.

### *6.3 Поддержка концентрации питательных веществ и pH*

Чтобы обеспечить оптимальный рост, должна непрерывно соблюдаться концентрация питательных веществ и кислотность pH, необходимая растениям. В любой циркуляционной гидропонной системе с каждым оборотом питательного раствора по корневой системе идет обмен веществами. В результате, через определенный промежуток времени в растворе изменяется концентрация. Самый простой путь поддерживать состояние питательного раствора это проводить измерения PPM и TDS (Концентрация частей на миллион и Количество Растворенных Солей). Это измерение также часто упоминается как ЕС или электрическая проводимость раствора, потому что это то, что на самом деле измеряется. Есть несколько методов для измерения PPM. Рекомендуется использовать цифровой PPM-метр, который погружается в питательный раствор для получения результатов. Цифровой PPM-метр калибруется с помощью раствора, PPM которого известен и вы должны калибровать его по мере возможности как можно чаще. Однако, это компенсируется легкостью использования. Частая смена раствора поддерживает концентрацию на нужном уровне. Внимательно соблюдайте требования соответствия с условиями питания, который планируете использовать.

Измеритель слева имеет показания 959 PPM, всегда принимайте во внимание начальную концентрацию воды и вычитайте ее из показаний для получения реальной концентрации питательных веществ в растворе. В этом случае, наша вода имеет показания 59 PPM перед добавлением удобрений, так что реальная их концентрация — 900 PPM.

Измеритель справа показывает pH=6.2. Лучше выравнивать pH воды после добавления удобрений и переждать время — час или два до смешивания следующего.

Все удобрения мира не принесут растению пользы, если оно не сможет их легко усвоить. Основной фактор, определяющий способность растения принимать питание это относительная кислотность или pH (отрицательное значение концентрации гидроксония) почвы или раствора, из которого питание приходит. pH можно узнать, измеряя напряжение (потенциал) в растворе и располагая его по шкале от 0 до 14, которая представляет концентрация ионов гидроксония в растворе. В основном, он измеряется для определения — является ли раствор кислым или щелочным. Если pH показывает 1 по шкале, это значит, что концентрация ионов гидроксония высока (кислота). Вода без примесей нейтральна и значение pH=7. Значение 14 по шкале означает минимальную концентрацию гидроксония (щелочь, основание).

Такой вот простой жидкий pH тест и набор управления кислотностью позволит вам легко поддерживать pH вашего питательного раствора.

При выравнивании pH, лучше всего сначала дать вашему свеженамешанному раствору несколько часов стабилизироваться перед попытками регулировки кислотности. Также учтите, что продаваемые средства управления pH обычно очень сильные, и даже при небольшом несоблюдении инструкций могут очень быстро привести весь ваш раствор в непригодное

состояние.

Для новичков рекомендуется замешать отдельно не больше 3-4 литров раствора, давать ему устояться один день, и затем подсчитывать, сколько капель рН-регулирующего средства (повышения или понижения) нужно капнуть, чтобы получить значение кислотности от 6 до 6.5. Потом вы можете умножить ваши вычисления на объем вашего резервуара в литрах для быстрого выравнивания кислотности во всей емкости. Некоторые питательные вещества могут стать недоступны для растения, если рН вашего питательного раствора отклоняется от оптимального, которая для большинства растений находится в пределах 6..6.5. Это состояние также называется «питательный локаут». РН можно измерить также с помощью лакмусовой бумажки и откорректировать с помощью недорого набора управления кислотностью. Следуйте инструкциям на упаковке товара.

Замена раствора каждые две недели — лучшая страховка от потери урожая и уверенность в том, что ваши растения получают все нужные питательные вещества. В идеальных условиях рН и РРМ будет незначительно изменяться в вашем питательном растворе по мере использования его растениями. Еще один отличный вариант для поддержания вашего раствора в отличном состоянии — это использование большого резервуара. Большой объем раствора действует как буфер и поддерживает рН и концентрацию лучше, чем экономный резервуар, объем вы выбирали исходя из условий — «минимально-необходимый для работы». Потребности в питании изменяются по мере жизненного цикла растений. Также сильно влияют на требования к питанию интенсивность освещения, стадия роста (рост или цветение) и общий объем растений, которые вы выращиваете. Регулярно отслеживая рН и РРМ у вас будет возможность внести коррективы в питательный раствор, чтобы не повредить вашим растениям. Существуют определенные признаки при тестировании РРМ и рН раствора. Ниже будут представлены все эти «знаки», чтобы вы могли ими пользоваться. Необычайно высокий рН уменьшит доступность железа, марганца, бора, меди, цинка и фосфора. Низкий рН снизит доступность калия, серы, кальция, магния и фосфора. Для справки, рН некоторых жидкостей такой:

Кислота аккумуляторная = 1;	Кровь = 7,5
Уксус = 2,75;	Морская вода = 7,75;
Апельсиновый сок = 4,25;	Бура = 9,25;
Борная кислота = 5;	Нашатырный спирт = 11,25;
Молоко = 6,75;	Отбеливатель (хлорная известь) = 12,5;
Дистиллированная вода = 7,0;	Щелок (каустическая сода) = 13,5

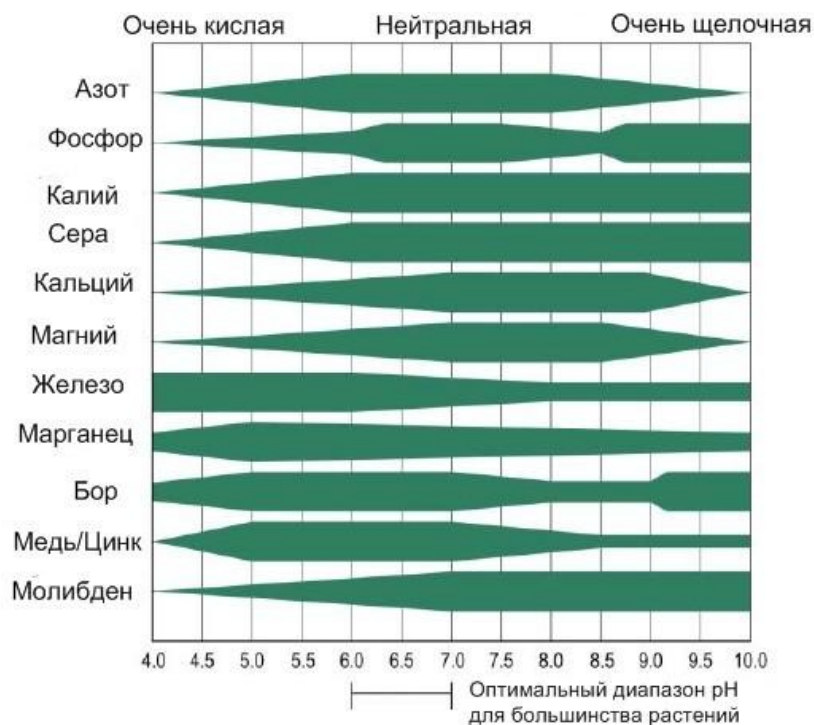


Рисунок 11 – Зависимость восприимчивости растения к микро/макро элементам относительно кислотно-щелочного состава питательного раствора

Поскольку pH и PPM в основном обратно пропорциональны друг другу, то измеряя pH, вы можете сделать вывод о концентрации вашего питательного раствора. Дальнейшие диаграммы показывают принцип.

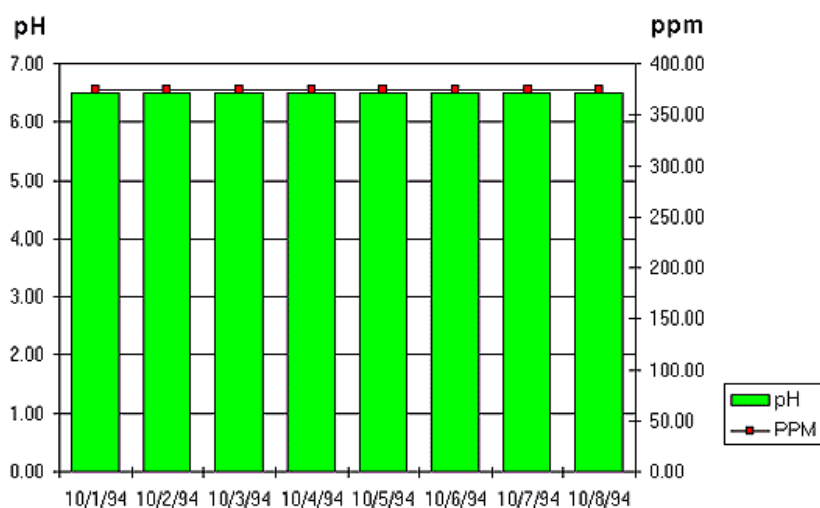


Рисунок 12 - Диаграмма идеальной концентрации питательного раствора

В этом примере показан идеальный баланс требований растения, pH раствора и его концентрации. Он показывает просто измерения PPM и pH в течение времени. В реальности объем питательного раствора уменьшается спустя некоторое время, что здесь не показано... Ваша цель состоит в том, чтобы дать растениям именно то, что им требуется — не больше — не меньше — температура и освещение играют основную роль при определении этого баланса.

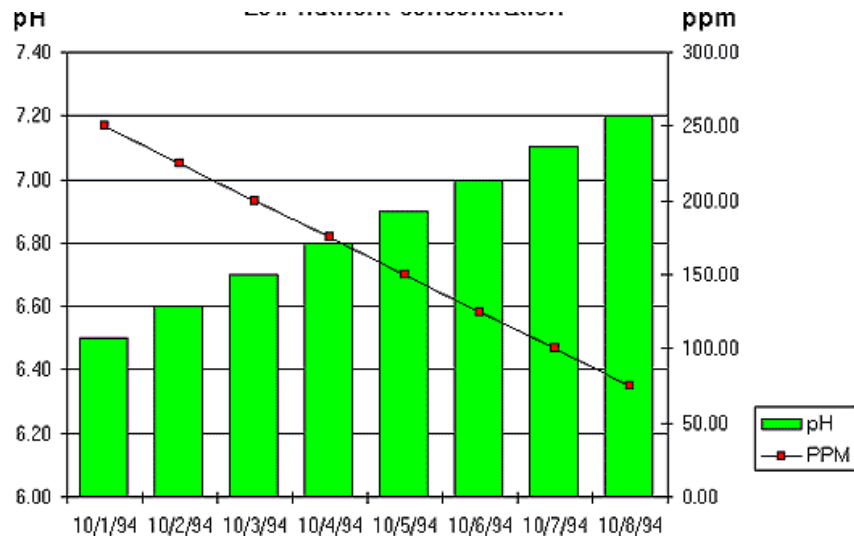


Рисунок 13 - Диаграмма низкой концентрации питания

При плодоношении потребляется больше питания, чем воды, что можно заметить по уменьшению PPM. Так как большинство питательных растворов включают рН буфер, который понижает рН, уменьшение концентрации PPM влечет за собой увеличение рН.

Примечание:

Во многих случаях вы сможете наблюдать недостаток питания: желтеющие старые листья, покраснение черешков и стеблей, которые на самом деле могут быть вызваны избыточным питанием или неправильным рН — чтобы быть уверенными, используйте рН и PPM — метры.

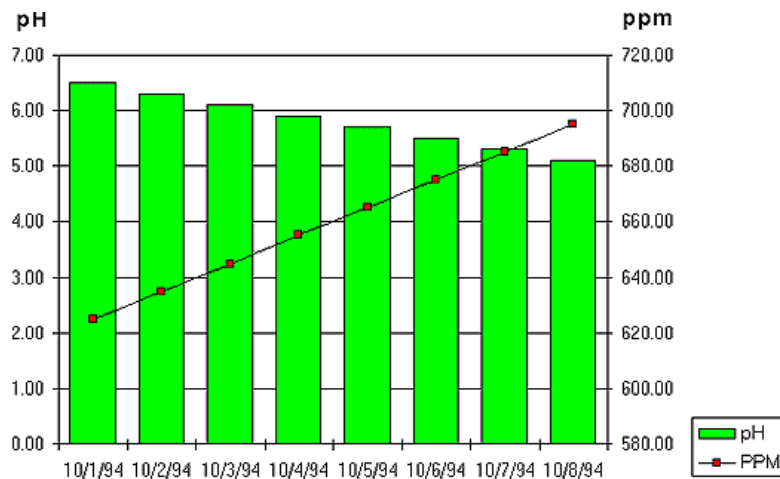


Рисунок 14 – Диаграмма избыточной концентрации питания растений

Здесь представлены растения, получающее избыточное питание из раствора. Этот дисбаланс отражается на PPM в сторону увеличения, снижении рН, вызывающим «питательный локаут» - блокировку. Возможной причиной этого является высокая жара/интенсивность освещения, которая увеличивает потребление растением воды, что является для него «лишним трудом». Диагностирование этой проблемы очень важно.



## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

### СПИСОК РЕКОМЕНДОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

#### *ССЫЛКИ*

- <https://www.who.int/bulletin/volumes/88/4/10-010410/en/>
- <https://vertical-farming.net>
- <http://aerofarms.com>  
partners <http://aerofarms.com/our-project-partners/>
- [http://www.verticalfarm.com/?page\\_id=15/](http://www.verticalfarm.com/?page_id=15/)
- <http://quibbl.com/40677-vertikalnaya-ferma-v-ssha-ne..>
- <http://mgafrica.com/article/2016-03-28-the-future-whe..>

#### *КНИГИ*

- The Vertical Farm: Feeding the World in the 21st Century  
October 25, 2011  
by Dr. Dickson Despommier
- The Urban Farmer: Growing Food for Profit on Leased and Borrowed Land Paperback – December 29, 2015  
by Curtis Allen Stone (Author)
- Teaming with Nutrients: The Organic Gardener's Guide to Optimizing Plant Nutrition Hardcover – May 7, 2013  
by Jeff Lowenfels (Author)
- Vertical Gardening: Grow Up, Not Out, for More Vegetables and Flowers in Much Less Space Paperback – April 26, 2011  
by Derek Fell (Author)

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**  
**по созданию гидропонных установок в качестве конструкторов для**  
**развития компетенций сити-фермерства**

*Публикуется в авторской редакции*

Подписано в печать 27.03.2020  
Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная. Гарнитура «Times New Roman».

Усл. печ. л. 2,25. Тираж 100 экз. Заказ №198.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета  
В типографии «Седьмое небо»  
Г. Ставрополь, ул. Мира, 455 А, оф. 4  
Тел. (8652) 528-777  
**[www.типография7.рф](http://www.типография7.рф)**