

# ПОДПОЧВЕННАЯ ОРОСИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА “SPS”

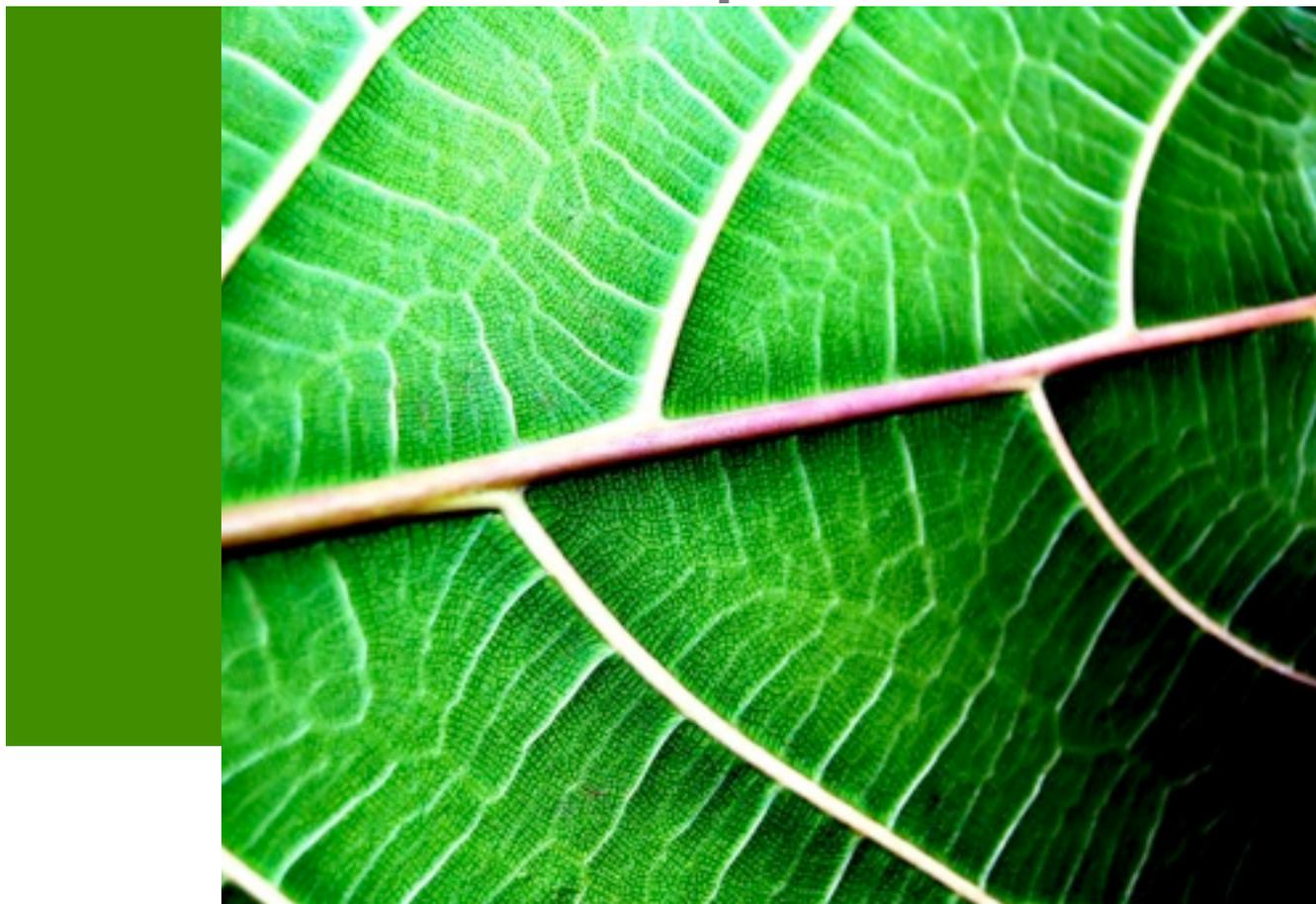
Водные Инновации



подготовлено в  
сотрудничестве  
с  
Технологическим  
Институтом  
Доктора  
Штендера

**Жизненность Растений на Новом Уровне**  
компания «Устойчивые Инновационные  
Решения» Ltd (“Sustainable Innovative  
Solutions” Ltd)

# ПРЕИМУЩЕСТВА



## Оптимальное Орошение Максимум Эффективности

- ▶ “SPS” Система обеспечивает оптимальное орошение сельскохозяйственных и садовых культур без зависимости от дождевой воды
- ▶ Биологические продукты, выращенные с помощью “SPS” – высшего качества, в то время как использование химических удобрений сведено к минимуму и заменено естественными удобрениями
- ▶ Позволяет эффективное использование воды с экономией от 30% до 70% (в зонах особо высоких температур)
- ▶ При использовании с продовольственными культурами в полу-засушливых районах или в районах особо высоких температур, возможно двукратное или трехкратное увеличение объемов производства (см. Рис. 3, стр. 5)
- ▶ Срок жизни резиновых шлангов, являющихся основой системы – более 20 лет, при этом по окончании эксплуатации резина подлежит полному ресайклингу
- ▶ Возможен временный подогрев почвы с использованием остаточного производственного тепла для отдельных неморозостойких культур.



## Ключевые Характеристики “SPS”

1. Шланг – “Нано-трубка” является ключевым элементом оросительной системы “SPS”. Она производится из уникальной неприлипающей синтетической резины\*.

2. Резина обладает высокой эластичностью, близкой к 100%. Это качество позволяет максимально снизить риск разрывов и нежелательного протекания. Срок службы такого шланга в условиях высокой влажности – от 20 до 40 лет.

3. В случае нанесения внешних повреждений поверхности шланга, место повреждения может быть легко определено и шланг может быть отремонтирован.

4. Шланг – “Нано-трубка” имеет отверстия-клапаны размера 15 микрон (0.0015 мм), невидимые человеческому глазу. Отверстия-клапаны открываются при минимальном давлении 1,5 Бар и закрываются, если давление снижается. Корни растений не могут проникнуть сквозь эти клапаны внутрь шлангов.

5. Хотя открытие и закрытие клапанов происходит постоянно на протяжении многих лет, рвения и изнашивания клапанов не происходит.

6. Система работает под давлением от 1,5 до 4,5 Бар, которое равномерно распределяется по всем клапанам.

7. Каждый клапан выпускает в среднем от 3 до 4 кубических сантиметров в минуту. Такое количество не превышает всасывающую способность почвы. Вода распределяется равномерно по всей капиллярной системе растения (см. Рис. 4, стр. 5).

8. Расстояния между проложенными шлангами зависят от разновидности культуры и местных условий. Обычно они варьируются от 30 до 70 см (Рис. 8, стр. 7).

9. Глубина проложения шлангов так же варьируется, что зависит от корневой системы растения и капиллярных свойств почвы.

10. Метод вспахивания так же влияет на глубину проложения шлангов (обычно от 40 до 70 см глубиной).

11. Для 1 Га “SPS” Системы требуется от 10 до 20 км нано-трубки (шланга) (см. рис. 8).

\*Исключением является железный шлам, который может присутствовать в некоторых почвенных слоях. Попадание его в систему может быть предотвращено путем использования грунтовых вод более глубокого течения или с помощью фильтрации водного резервуара, перед тем как вода поступает в систему.



## Введение

“SPS” Система входит в научную категорию Систем Подпочвенного Капельного Орошения. Она была разработана профессором доктором Штендером из г. Мюнхена (Германия). “SPS” обладает потенциалом произвести революцию в области эффективности и экологичности базовых практик сельского хозяйства.

При использовании “SPS” фермерское сообщество может продолжать свои традиционные (ручные) фермерские практики.

Таким образом, “SPS” является экономически, социально и экологически устойчивой системой.

Первый кластерный проект для “SPS” был разработан профессором доктором Штендером для помощи фермерам выращивать корм для скота в полу-пустынях Ливии и Греции. Для фермерских семей он разработал технику добывания воды из подземных рек и научил выращивать биомассу для использования в приготовлении пищи, отопления и строительства домов (Рис. 1).

“Городские пустыни” – явление засушливых районов, где вода, как и уличное озеленение, находятся в недостатке. “SPS” может помочь в экономии воды за счет использования накопленной дождевой воды для орошения садов, озеленения крыш и стен зданий (см. Рис. 2). Экономия энергии производится путем изоляции, в то время как растения производят кислород и поглощают углекислый газ  $CO_2$ .

Система “SPS”, примененная в развивающихся странах, должна быть частью туземных систем экономии воды. Для максимизации эффективности а также оказания помощи климатическим районам, где “SPS” неприменима из-за крайнего недостатка воды, другие устойчивые инновации, развитые компанией «Устойчивые Инновационные Решения» и партнерами могут быть применены (например, силикатный порошок SANOPLANT низкой стоимости, см веб-сайт, [http://www.sustainableinnovations.org/Sustainable\\_Innovative\\_Solutions/Downloads.html](http://www.sustainableinnovations.org/Sustainable_Innovative_Solutions/Downloads.html)).



Рис. 1. Тростник разновидности С-4, выращенный с “SPS”, высота растений 7 м. Греция, 1987



Рис 1. Озеленение крыш и фасадов зданий с “SPS”



## Характеристики “SPS” Системы

**Прерывистое орошение** используется в системе для продолжительной, постоянной подачи воды. Оно не создает чрезмерного давления на впитывающую способность почвы, т.к. общее время включения – выключения системы зависит от капиллярной проводимости почвы. Точно дозированное орошение создает однородный профиль влажности под верхним сухим почвенным слоем, толщина которого примерно 10 см (Рис. 3, 4).

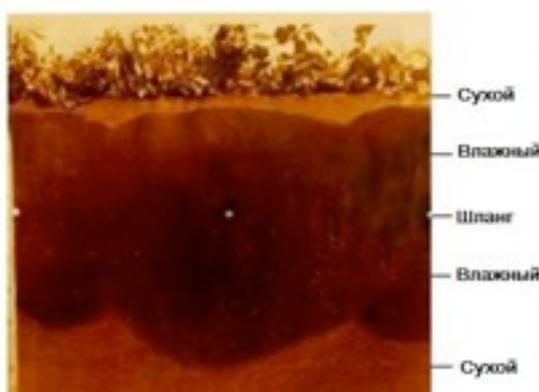


Рис. 3. Разрез почвы с зоной влажности, образованной путем точно-дозированной подачи воды (в полевых условиях, за пластиковым экраном)

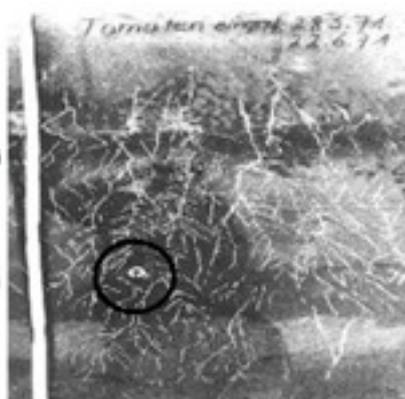


Рис. 4. Формирование однородного роста корней растения вокруг одного подпочвенного SPS шланга

**Компостный чай (3).** Система “SPS” позволяет использование специального бактериального коктейля (компостного чая) для растений для улучшения регенерации почвенной пищевой цепи, что необходимо для развития и поддержания здоровой корневой системы.

Жаркие, сухие летние месяцы в Западной Европе могут перестать быть редкостным явлением. Ниже приведены фотографии двух соседствующих участков в районе Кальтенборн, Восточная Германия, который пострадал от летней засухи с нехватками воды летом 2006 г. Для одного из двух фермеров ситуация оказалась катастрофической, с потерей всего урожая.

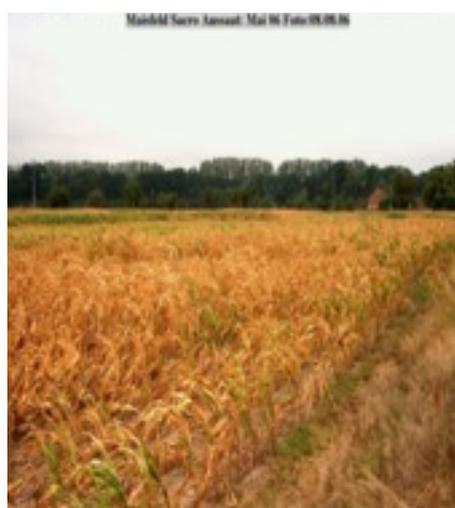


Рис. 5 и 6. Два соседствующих кукурузных поля, лето 2006. Не удивительно, что поле с “SPS” Системой (слева) намного лучше пережило засуху. В данной ситуации не было использовано никаких дополнительных удобрений.



## Свойства Капельного Орошения

**Капельное орошение** подходит как для засушливых и полу-засушливых регионов, так и для плодородных земель. Возможность и успешность применения подобных фермерских техник в пустыне были впервые продемонстрированы в Израиле компанией Нетафим (4), производителем систем капельного орошения с 1947 г. С тех пор были проведены сотни научных исследований о системах капельного (КО) и подпочвенного капельного орошения (ПКО) (5).

**Мировой Рынок.** В конце 80х большинство ученых и производителей были убеждены, что химические удобрения и пестициды, как средства повышения урожайности, будут служить вечно. Политики, работающие на благо людей, полагали, что с существующими практиками голод станет феноменом прошлого. Значительные площади были трансформированы в густозасаженные монокультурные поля. Только сейчас, спустя некоторое время, мы становимся свидетелями их негативных экологических последствий на почвы, воду и здоровье людей.

**Взаимозависимость всей жизни.** Ученый Готтлиб был одним из первых, кто признал взаимосвязанность всех живых организмов. Он понял, что истощение ресурсов одного из важнейших аспектов жизни может привести к целой цепи нежелательных последствий.

**Почвенная паутина** (см. Рис. 7) является важным аспектом в жизни человека и животных. В данный момент пищевая цепь во многих регионах мира нарушена или разрушена. Это ведет к большим потерям различных видов животных, которым необходимы здоровые почва и вода для питания. Природные биологические качества сельскохозяйственных продуктов нарушены, в них нет витаминов. Все это требует восстановления.

**Местное производство биологических пищевых продуктов** в плодородных и полу-засушливых районах может быть стимулировано с помощью КО и ПКО систем. Эффективность использования воды и питательных веществ являются главными двигателями этих инициатив (см. также секцию 'Использование натуральных субстратов' стр. 17).

**Инвестиции** в научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки по ПКО системам до сегодняшнего дня проводились исключительно в Израиле, в большинстве с использованием частных фондов. Одной из причин этому было отсутствие технических возможностей, наряду с экономическими и политическими причинами.

**Мировой недостаток пищевых продуктов, загрязнение вод и экологические катастрофы** меняют направление мировых тенденций. На сегодняшний день инвестиции и продвижение на рынок КО и ПКО систем представляют все больше возможностей для бизнеса.



Рис. 7. Биологически-здоровая Почвенная Паутина (6)



## Сельскохозяйственный Участок с “SPS” Системой

Технически, установка “SPS” Системы является несложной. Даже если работу предстоит выполнить полностью вручную с применением животной силы. Это важно для ситуаций, когда сельскохозяйственные машины недоступны.

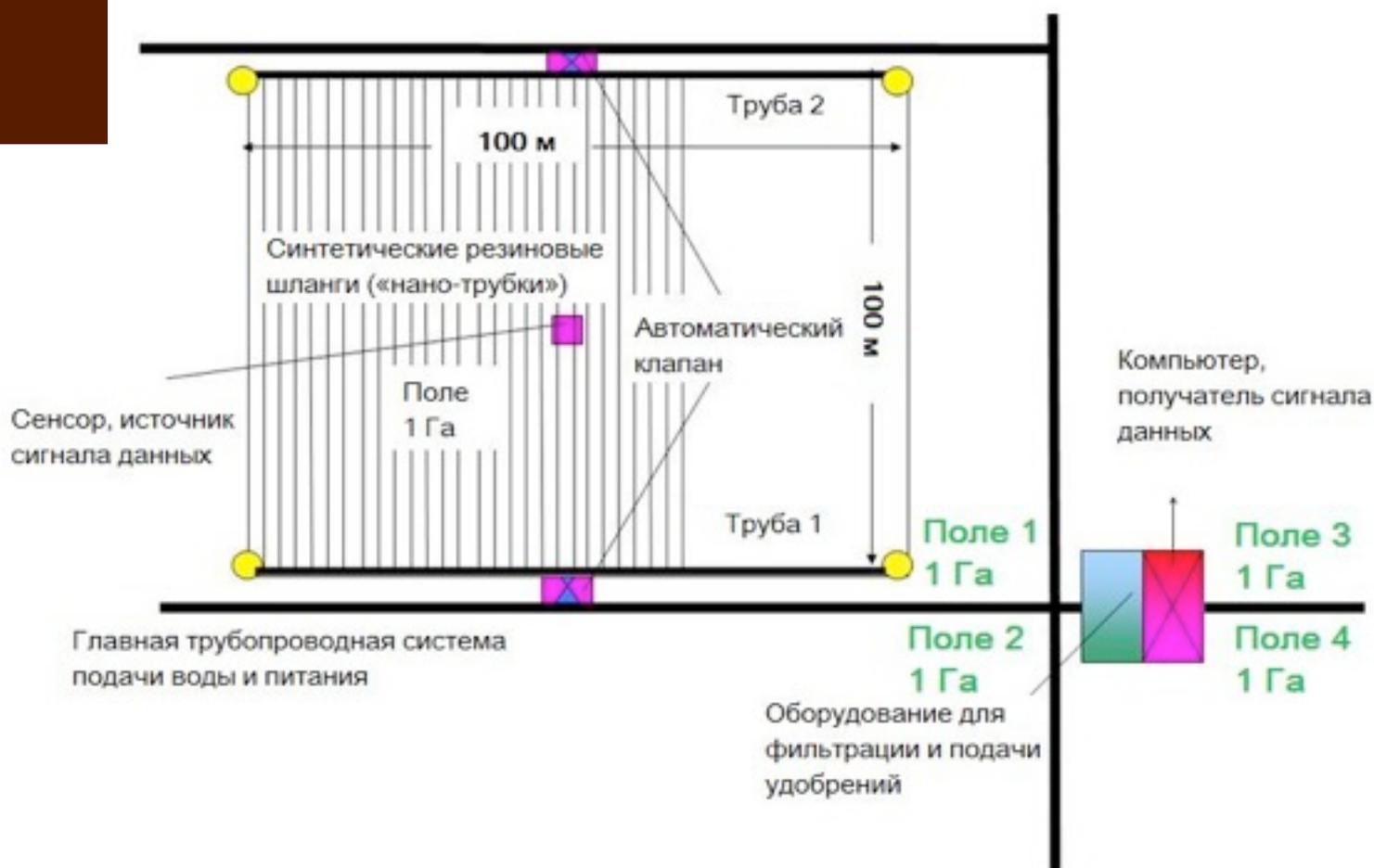


Рис. 8. Схематичное представление “SPS” системы для участка в 1 Га ( для большей площади аналогичные системы могут быть установлены на полях 2,3,4)



1. Подготовка участка



2. Копание траншеи для водопроводной трубы



3. Проложение шлангов – нано-трубок

## Установка Системы “SPS”

Установка “SPS” Системы производится с помощью устройства-пуга, подобного ножу, специально разработанного для “SPS” Системы (см. фото 3). Специально разработанный пуг способен прокладывать от 1 до 4 трубок за один раз. Установка всей “SPS” Системы довольно проста, и даже при больших масштабах затраты на рабочую силу являются низкими.

Соотношение затрат к единице площади значительно снижается при масштабе установки более 50 Га.



4. Соединяя водопроводные трубы



5. 4-канальный пуг для проложения шлангов



## Станция Контроля

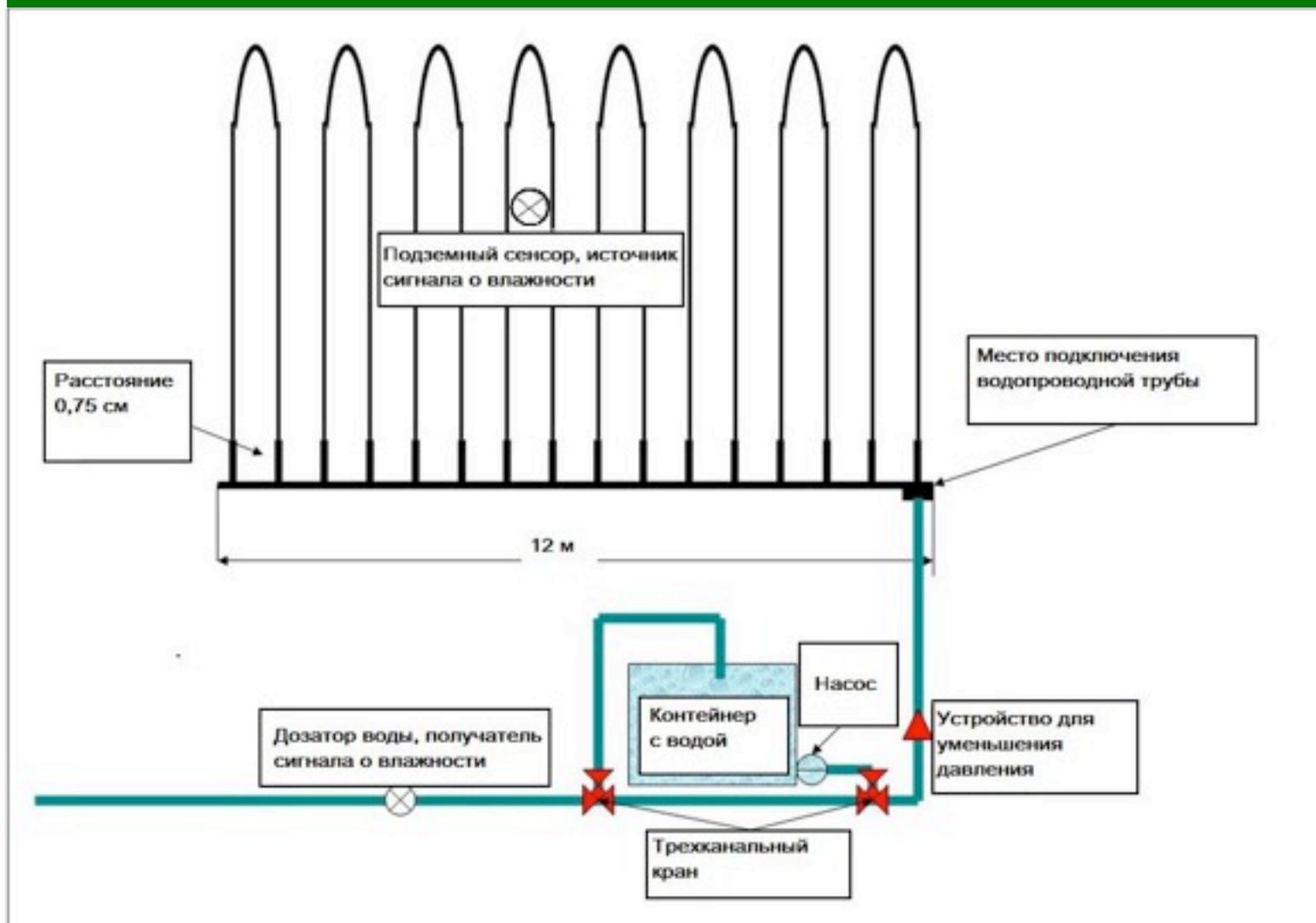
### Станция контроля подачи воды и питательных веществ

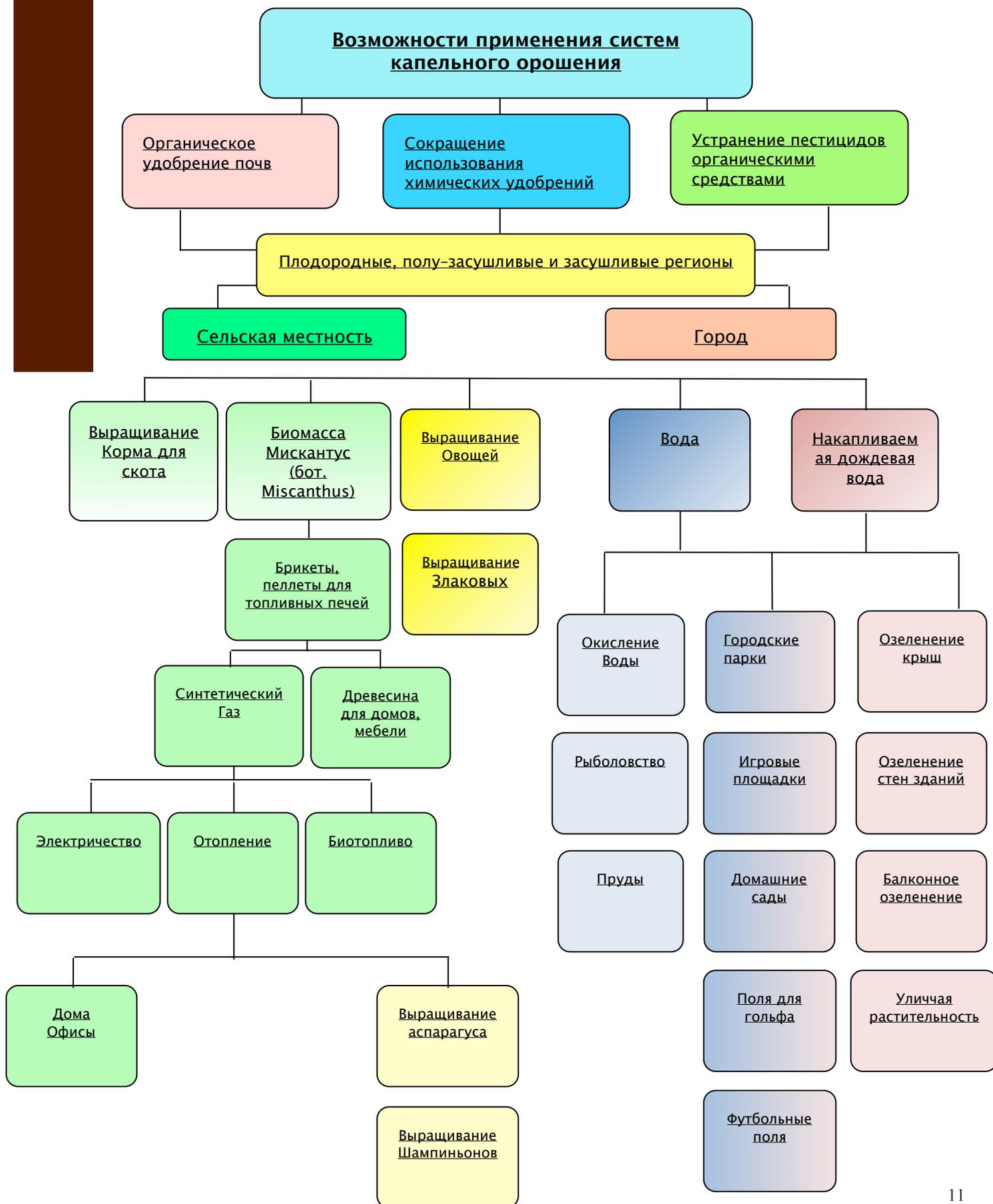




## Пример Системы “SPS” для Домашнего Сада

Схема SPS Системы для домашнего овощного сада





# Функциональность

“SPS” система может быть управляема как вручную, так и автоматически.

## Управление вручную:

Система может управляться одним человеком с использованием некоторых простых измерительных приборов и ручного водного насоса. Такое управление рекомендуется для применения на участках малых масштабов и местах, где транспортировка запасных частей технически или экономически невозможна. Такое управление соответствует требованиям простоты и надежности применения, что особенно важно для развивающихся стран.

## Автоматическое управление:

Возможно применение систем автоматического контроля и передачи данных, управляемых компьютером (см. также разделы “сбор данных”, стр. 14).

“SPS” система задумана так, что фермер может использовать насос как ручного, так и автоматического управления

## Другие технологии:

Возможно дополнительное применение упрощенных приборов по измерению влажности почвы.

Особенно в высоко-прибыльных географических районах фермеры, имеющие более 10 Га с/х площадей могут быть заинтересованы в повышении эффективности и, следовательно, в использовании автоматически управляемых систем (см. Рис. 9).

В развивающихся странах на больших с/х площадях возможно использование дополнительных компьютеризированных автоматических систем контроля подачи воды и питательных веществ.

Однако, в данное время и на данном этапе при интегрировании современных технологий в туземные фермерские практики важно действовать сознательно и предусмотрительно. Компьютеризация может уничтожить местные знания и практики.

**Для применения “SPS” механизация и компьютерная автоматизация с/х процессов возможны, но не обязательны**



Ручной сенсор влажности, температуры и солености (7)

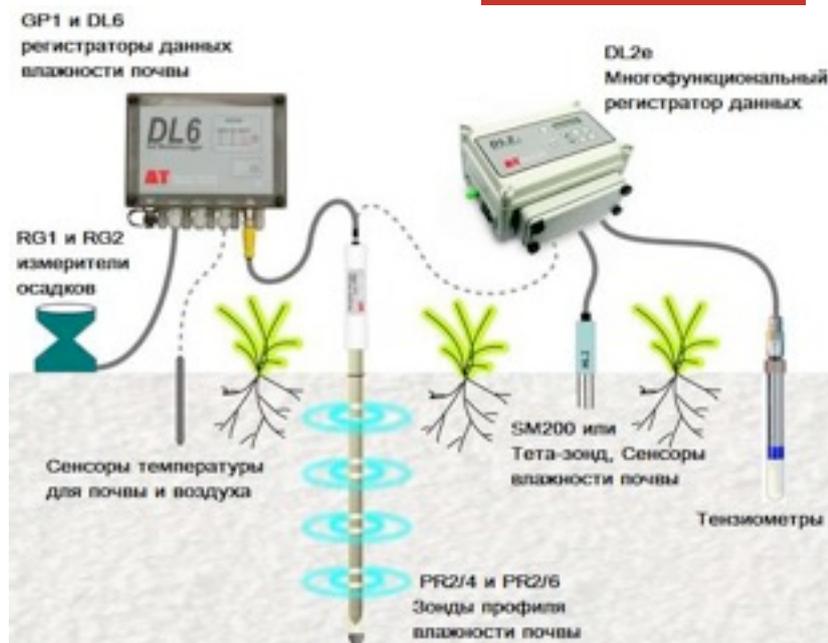


Рис. 9. Измерительные устройства, легкие в применении для фермеров в любых условиях для мониторинга “SPS” систем на полях (7)

# Простые Методы Мониторинга

Обучение фермеров использованию только автоматизированных техник может нанести вред устойчивости долгосрочного развития сельского хозяйства в регионе. Если фермеры перестают использовать свои чувства и интуитивные знания фермерства, переданные им от предков, туземные знания могут быть навсегда уничтожены.

Использование простых обзорных методов может соответствовать научным методам, если такие практики подкреплены исследованиями. Научность одного из таких методов была продемонстрирована искусственной работой, проделанной Михаелем Баттамом, Брюсом Саттоном и Дэвидом Боутоном из Австралии. (8).

## “Метод грунтовых ям”

“В полузасушливых и засушливых районах с ограниченным количеством воды фермер может тем не менее соорудить простое приспособление для измерения влажности почвы путем вырывания ямы параллельно растению, чтобы проследить зону увлажнения и развитие корней” (см. Рис. 10, 11).”

Обычная грунтовая яма служит простым, но важным дополнением к системам подпочвенного капельного орошения (9).

Этот метод может использоваться при установке тестовых оросительных систем. Он выполняется с применением полиэтиленового трубчатого эмиттера малого диаметра. Течение грунтовой воды может быть определено путем наблюдения за фронтом увлажнения на боковой поверхности вырытой ямы. Был достигнут высокий уровень согласованности между выводами, полученными от наблюдений, и данными от электронных приборов измерения влажности, установленных на тестовых полях.

Данные, полученные методом грунтовой ямы были использованы для определения различных параметров для систем капельного орошения на оросительных участках.

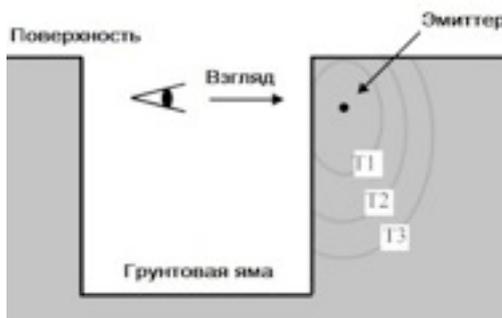


Рис. 10. Система мониторинга с помощью метода грунтовых ям (T1, T2, T3 соответствуют 3м разным моментам наблюдения)



Рис. 11. Расположение фронта увлажнения после 10 часов орошения под давлением 1.7 Бар/Час) из смоделированного эмиттера, установленного на глубине 30 см



Рис. 12. Схематическое изображение тонкодиаметрового («спагетти») трубчатого эмиттера, устанавливаемого в почву. Бентонитная пломба так же изображена, но используется при необходимости.





## Возможности Совместных Научно-Исследовательских Работ

**Возможности проведения научно-исследовательских работ для местных научных учреждений совместно с Университетами Коттбуса, Германия и Вагенингена, Нидерланды.**

1. Сбор данных о питательных веществах
2. Сбор данных о растениях
3. Сбор данных о почве с помощью “SPS”

### **1. Сбор данных о питательных веществах и вредных субстанциях в почве**

Для оценки растительного потенциала определенных почвенных условий на местном или общенациональном уровне существуют возможности проведения первоначальных исследований, перед тем как устанавливать “SPS” системы. Для таких работ подземный шланг, установленный на тестовом участке и наполняемый водой, соединяют с лабораторией. Один конец этого шланга, находящийся на поле, оснащен капиллярной мембраной с порами меньше одного микрона. Другой конец шланга в лаборатории содержится под вакуумом для заверения что вода, поступающая из трубки, всасывается с места, находящегося в непосредственной близости к мембране. Благодаря маленькому внутреннему диаметру шланга (и соответственно, пропускного объема) вода поступает в лабораторию за очень короткое время. В лаборатории проводят постоянные измерения содержания важнейших растворимых компонентов в почве (питательных веществ и вредных субстанций). Спектральные приборы для таких измерений недороги по стоимости. Полученные данные используются для составления экологической оценки почвы и имеют большую важность для определения оптимального питания растений.

### **2. Сбор данных о растениях с помощью стеблевых сенсоров**

В этом исследовании два инновационных сенсора устанавливаются на стебель определенного «тестового» растения, без угрозы повреждений для растения.

Один из сенсоров измеряет суммарный проход воды в растении под кожей, другой сенсор – уровень влажности в клетках растения.

Затем, с помощью математических программ измеренное потребление воды или, соответственно, фотосинтез коррелируются с ростом растения. Это основано на:

▸ Противоположном газовом обмене между  $\text{CO}_2$  в воздухе и в воде, выделяемому растением из межустичных полостей.

▸ Относительной влажности, фотосинтезе, скорости роста и дыхании, принципы которых широко известны.



Как говорилось ранее, с помощью второго метода уровень влаги в растении может быть измерен с наивысшей точностью. Таким образом, впервые становится возможным получить данные о метаболических процессах растения, которые в большой степени коррелируются с состоянием влажности клеток.

Оба метода могут использоваться в полевых условиях как с сезонными, так и с многолетними культурами. Сенсоры разработаны таким образом, что они не оказывают никакого негативного воздействия на рост растений. Наряду с другими растениями, это было доказано в экспериментах с апельсиновыми деревьями в Греции, где продолжительность эксперимента составляла несколько лет (см. рис. 14 и 15, стр 16).

С помощью этих методов можно лучше понять жизненные процессы растения.

### 3. Сбор данных о почве с помощью “SPS”

Мечтой профессора Штендера было связать все проекты по “SPS” между собой для создания единой базы данных по растениям и почве, полученных с помощью этих систем. Например, данные о почве, производимые каждым новым проектом, могут передаваться по беспроводному соединению и далее по интернету в центральную исследовательскую лабораторию. Затем они обрабатываются программой для совершенствования операционных алгоритмов. В будущем в этот алгоритм так же планируется интегрировать научные знания из ботанической и сельскохозяйственной литературы по дозированию. Это позволит оптимизировать механизмы примеси многих защитных субстанций, гербицидов и стимуляторов роста, получаемых из натуральных веществ, через алгоритм дозирования. Результатом полученных знаний будет увеличение урожая из года в год, пока не будут достигнуты максимальный биологически возможный объем и оптимальное качество урожая. Это мечта профессора Штендера – шаг навстречу глобальному сельскому хозяйству.

В будущем станет возможным биологически контролировать рост с/х продуктов с помощью технических средств. Таковыми из них являются получение данных из анализа почвы и показаний сенсоров на стебле «тестового» растения, которые далее будут использованы для определения и регулирования оптимального роста путем добавления натуральных защитных веществ, в любое время. Предполагается, что, в зависимости от местных условий, возможно двух-, трех- и четырех-кратное увеличение урожая, по сравнению со средними объемами, достигаемыми на сегодняшний день.

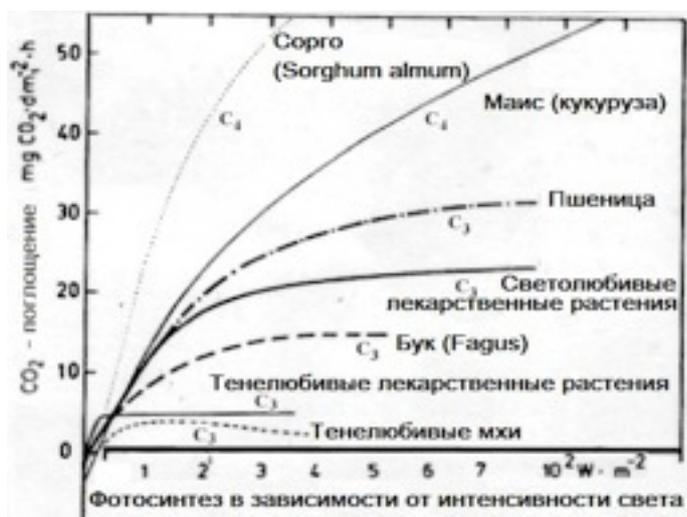


Рис. 13. Этот график заимствован из первого научного исследования по с/х производительности биомассы, проведенного проф. Штендером для Европейской Комиссии в 1989 г. Как видно, одним из выводов исследования было, что непищевые растения класса C-4, такие как Sorghum Alnum и Miscanthus являются самыми емкими источниками биомассы (10).



## Эффективность Потребления Воды

1. Испарение воды с поверхности почвы (не учитывая дождь) прекращено
2. Излишков и местных скоплений воды больше не возникает
3. Кислород очень важен для почвы. С “SPS” большие поры в почве практически больше не заполняются оросительной водой. Следовательно, почва станет получать достаточно кислорода. При необходимости кислород может подаваться в почву через шланги
4. Питательные вещества для роста и защиты от паразитов поступают растворенными в воде в точной дозировке и равномерно распределяются капиллярным действием почвы.

## В Итоге: “SPS” Система

1. В воде будет содержаться точно необходимое количество субстратов (удобрений и микроэлементов).
2. Избыток питания, полива растений и эрозия почвы полностью предотвращаются. Предотвращается доступ и негативное воздействие химических веществ на грунтовую воду, и почва сохраняется в естественном химическом балансе.
3. Не только в сельском хозяйстве, но и в садоводстве появляется возможность выращивать биологически динамичные продукты высокого уровня качества и большого объема урожая, недостижимых до этого момента.

В прошлом многие натуральные вещества для защиты и стимуляции роста, очень чувствительные к УФ-лучам, свету, высоким температурам и атмосферному кислороду, не использовались в земледелии из-за легкости их разложения. С помощью “SPS”, однако, они снова находят свое применение, т.к. время между добавлением их в воду и всасыванием корнями растений обычно составляет всего несколько часов. Таким образом, вещества естественного происхождения подвергнутся быстрому разложению с помощью микроорганизмов в почве. Однако, при необходимости разложение возможно задержать, что достигается путем добавления естественных анти-бактериальных субстанций.



Рис. 14. Апельсиновая плантация, участок с обычным поверхностным орошением



Рис. 15. Та же апельсиновая плантация спустя 3 месяца с изображением участка с подпочвенным орошением



## Использование Натуральных Субстратов

Натуральные защитные вещества против паразитов, вырабатываемые самими растениями, как например хорошо известный экстракт клубники против ложномучнистой росы (милдью) наверняка не были изобретены природой только для вкусового удовольствия. Большинство естественных ароматов служат многим целям. Их полезные свойства могут найти применение с помощью “SPS” системы. Экстракты растений могут производиться в сельском хозяйстве или, при необходимости, ситнетически. Всего несколько грамм на 1 Га обычно хватает (особенно если использованы в правильное время), чтобы защитить культуру от паразитов.

Борьба с почвенными паразитами с помощью “SPS” представляет особый интерес. Как уже говорилось, есть возможность создать однородный слой против нематод (например при помощи экстракта тагетеса) на продолжительный период. Таким образом личинки будут уничтожены, и мыши и кроты – изгнаны с помощью естественных пахучих веществ (таких, например, как сок чеснока).

Известковое молоко (и определенные органические жидкости) так же применимо. Возможно точное сопоставление рН-уровня почвы с требованиями определенных растений.

Отработанное тепло (как остаточный побочный продукт от силовых станций) может быть использовано для подогрева почвы с помощью подачи теплой воды через оросительные подпочвенные шланги под давлением чуть ниже 1,5 Бар (минимальный уровень, при котором отверстия на шлангах открываются). Таким образом возможно получить более ранние урожаи, в намного больших объемах.

Рост растений может быть дополнительно улучшен с помощью следующих методов:

1. С помощью двуокиси углерода, подаваемого к растениям с водой в растворенном виде.
2. С помощью подачи сжатого воздуха через шланговую систему или путем растворения воздуха в воде. Последний вариант особенно эффективен для тяжелых почв.
3. С использованием очищенной отработанной воды и, соответственно, сцеженным жидким навозом (как заменителя удобрений). С таким методом вредные вещества будут переработаны в полезные питательные.

# КОРПОРАТИВНАЯ ИНФОРМАЦИЯ



## МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОФИС

Postbox 43008  
3540 AA Utrecht  
The Netherlands  
**T** +31 (0) 308 795 448  
**E-мэйл** info@sustainableinnovations.org

## ГЕРМАНИЯ:

SiS Germany  
Goethestrasse 95  
01365, Guben, Germany

### **Др. Герд Франке**

Директор, инженер по  
технологиям

**E-мэйл** Geha.franke@online.de

### **Др. Хорст Ветзель**

Содиректор

**E-мэйл** howetzel@t-online.de

## НИДЕРЛАНДЫ:

### **Др. Йоханнес Кренс**

(Drs. Johannes Krens)

Генеральный Менеджер

**M** +31 (0) 653376461

**E-мэйл** jkrens@sustainableinnovations.org

### **Питер Стадхаудерс**

Специалист по бетону и

энергоресурсам

**M** +31 (0) 624570159

**E-мэйл** pstadhouders@sustainableinnovations.org

### **Михаэль Кренс**

Директор

**M** +31 (0) 617144946

**E-мэйл** mkrens@sustainableinnovations.org

### **Анна Змерзлая**

Специалист по Восточной Европе и

Средней Азии, переводчик (рус),

контактное лицо для

русскоговорящих клиентов

**M** +31 (0) 641402226

**E-мэйл** anna.zmerzlaya@gmail.com



## Содействие

1. Первая версия этого текста была написана профессором доктором В. Штендером †
2. Информация была дополнена профессором Г. Франке
3. Финальная версия текста была подготовлена П. Стадхаудерсом и Др. Й. Кренсом
4. Текст был переведен А. Змерзлой

## Ссылки

(1) Ламм, Др. Фредди Р., “Преимущества и Недостатки Подпочвенного Капельного Орошения” Обзор Научного Исследования, Северо–Западный Исследовательский Центр, Канзасский Государственный Университет (эл. адресс автора: flamm@oznet.ksu.edu)

(2) <http://www.hendrikus.com>

(3) <http://www.hendrikus.com>

(4) [www.netafim.com](http://www.netafim.com)

(5) Ламм, Др. Фредди Р., “Преимущества и Недостатки Подпочвенного Капельного Орошения” Обзор Научного Исследования, Северо–Западный Исследовательский Центр, Канзасский Государственный Университет (эл. адресс автора: flamm@oznet.ksu.edu)

(6) Почвенная Паутина. Источник: <http://www.hendrikus.com>

(7) Фирма “Delta-T Devices Ltd”: <http://www.delta-t.co.uk>

(8) Баттам, Михаэль А., В.Г. Саттон, Д. Г. Боутон “Грунтовые Ямы как Простой Вспомогательный Метод для Систем Подпочвенного Капельного Орошения”. Ирригационная Наука (2003). Выпуск 22. стр. 135-151

(9) То же

(10) Проф. Штендер, 1989. “Определение Ц4–Трав, Наивысших Мировых Производителей Биомассы Для Умеренных Климатов” будет переиздана компанией “SiS International”