

ВСЕРОССИЙСКИЙ КОНКУРС  
НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ «БОЛЬШИЕ ВЫЗОВЫ»

Агропромышленные и биотехнологии

**ПРОЕКТ**  
**«Умная экотеплица: проект будущего в настоящем»**

Автор: Илюшкина Ангелина Геннадьевна,  
обучающаяся 11 класса МБОУ "Селищинская  
средняя общеобразовательная школа"

Научный руководитель: Повернова Ольга Ивановна,  
учитель химии и биологии МБОУ "Селищинская  
средняя общеобразовательная школа"

Селищи  
2022

## ВВЕДЕНИЕ

Занимаясь выращиванием овощных культур в больших объемах, хочется в той или иной степени облегчить работу, сократить сроки ее проведения и минимизировать прикладываемые при этом усилия. Посильную помощь в этом может оказать умная теплица. Основное отличие умной теплицы от обычной в том, что все процессы, обеспечивающие оптимальный рост овощей, происходят автоматически без участия человека.

В наше время человечеству нужно все больше и больше энергии, причем потребности в ней увеличиваются с каждым годом. Но запасы традиционных природных топлив исчерпаемы. Для климатических условий Республики Мордовия одним из приоритетных вариантов является использование солнечной энергии. Этот вид энергии абсолютно экологичный и весьма надежный.

Актуальность: современные тепличные комплексы строятся многопролетными по типовым проектам, они комплектуются необходимыми инженерными системами поддержания микроклимата. Но являются сложными в установке и эксплуатации, а также имеют высокую стоимость.

Цель – разработать 3D-модель автоматизированной умной экотеплицы для частного хозяйства.

Объект исследования: процесс выращивания овощей в зимне-весенний период.

Гипотеза: автоматизированная тепличная установка, работающая на солнечной энергии, сэкономит природное топливо, а применение гидропонного оборудования позволит получить более ценную в биологическом отношении продукцию, а также рационально использовать получаемую энергию.

В задачи исследования входило изучение аналогов проекта, определение вектора развития проекта, выбор оборудования и приборов для реализации проекта, разработка 3D-модели автоматизированной экотеплицы.

# **1 Биологические особенности выращивания овощных культур**

## **1.1 Томаты**

Одним из основных условий получения раннего и хорошего общего урожая томата является поддержание оптимального для растения температурного режима. Томат — теплолюбивое растение, у которого в отношении температуры прослеживается определенная закономерность. Чем она выше, тем быстрее наступает созревание и тем мельче плоды, что приводит к раннему, но низкому общему урожаю. Напротив, при низких температурах получают более поздний, но большой урожай. Поэтому применительно к конкретным условиям необходимо подбирать нужный температурный режим воздуха.

Свет является одним из основных факторов, лимитирующих рост и развитие растений, особенно в защищенном грунте. Томат - растение короткого дня. Реакция на длину дня проявляется рано - уже в фазу первых одного-трех настоящих листьев. Оптимальной освещенностью для томата является 20 тыс. лк и более. Томат слабо реагирует на длину дня, но очень отзывчив на суммарную энергию света. Освещенность и температура в значительной степени определяют скорость прохождения растением всех этапов развития. Чем выше освещенность и температура (до определенных пределов), тем короче период до созревания плодов. При 80—100 тыс. лк растение начинает угнетаться, возможны ожоги листьев и плодов.

Для томатного растения большое значение имеет влажность воздуха, оказывающая ощутимое влияние на оплодотворение цветка. Газовый состав воздуха играет особую роль в активной жизнедеятельности томата. Оптимальное содержание углерода в воздухе для томата составляет 0,15—0,20%, при этом возможна максимальная продуктивность растения. Углекислотная подкормка особенно нужна в зимне-весенние месяцы.

## **1.2 Огурцы**

Огурец - очень теплолюбивая культура. Он совершенно не переносит заморозков. Температура ниже +10 °С, в зависимости от продолжительности, ведет к повреждению органов или гибели растений. 3-4 дня при температуре +3 °С ведет к гибели растений.

Огурец - растения короткого дня. Светолюбивое растение. Увеличение освещенности ведет к повышению урожайности. В защищенном грунте для этого применяют досвечивание. Реакция на длину дня проявляется рано - уже в фазу первых одного-трех настоящих листьев. При низкой интенсивности света соцветие закладывается гораздо выше, а количество листьев между соцветиями увеличивается. Довольно часто, при таком освещении, происходит полная редукция соцветия.

К тому же огурцы одна из наиболее требовательных овощных культур к влажности. При низкой относительной влажности воздуха растения плохо растут, медленно развиваются, первые, наиболее ценные завязи опадают, плодов образуется мало, они не достигают нормального размера, вкусовые качества их снижаются.

## **1.3 Зелень**

В закрытом грунте можно выращивать практически любую зелень. При правильном подходе и организации теплицы она не будет отличаться по вкусу от той, что выращена в открытом грунте.

Для выращивания большинства видов зелени нужен яркий свет, обильное орошение и регулярное поступление свежего воздуха. Собирать урожай можно уже через месяц после посева, а иногда даже раньше.

Укроп: холодостойкое растение. Для лучшего роста укроп зимой

досвечивают. Урожайность 1-2 кг/м<sup>2</sup>.

Салат: выращивают в зимне-весеннем обороте. Салат отрицательно реагирует на повышенные температуры. Урожайность салата в зависимости от сорта 2,0-3,2 кг/м<sup>2</sup>.

Лук: оптимальная температура для выгонки лука на зелень не ниже 18°С днем и 12°С ночью. Зеленый лук готов к реализации через 22-25 дней. Урожайность лука составляет 10-12 кг/м<sup>2</sup>.

На основе вышеизложенного, я подобрала оптимальные значения для овощных культур. (Приложение 1). Микроклимат теплицы позволит выращивать выбранные культуры одновременно в зимне-весенний период, что с экономической точки зрения выгоднее.

## 2 Анализ существующих систем автоматизации теплиц

Автоматизация теплиц подразумевает под собой управление и отслеживание параметров климата, которые можно регулировать. Автоматизация поддержания микроклимата способствует лучшему росту и повышению урожайности, а также уменьшает затраты на ручной труд. Обобщенной целью автоматизации управления является повышение эффективности использования потенциальных возможностей объекта управления. Проанализируем существующие решения на территории России. К сожалению, отечественных автоматизированных тепличных установок, в которых одновременно выращивают растения на гидропонике, а также функционирующих за счет солнечных панелей не существует. Поэтому рассмотрим 3 этих показателя в отдельности на примере действующих конструкций.

- 1) Автоматизированная теплица «2agrocloud»
- 2) Теплица на гидропонике «СитиФерма»
- 3) Теплицы под ключ на солнечных батареях от «Солнечные решения»

Вывод: проанализировав существующие аналоги (Приложение 2), решила, что в моей умной экотеплице будут учтены все их недостатки.

### **3 Разработка эскизного проекта экотеплицы**

Теплицы играют очень важную роль в сельскохозяйственной промышленности, благодаря им люди могут употреблять в пищу богатые витаминами овощи не только в летне-осенний период, но и в зимне-весенний. Любая теплица, в которой пришлось бы прикладывать минимум усилий для того, чтобы обеспечить растениям комфортные условия произрастания, должна отвечать следующим требованиям:

- автоматически должен поддерживаться внутри теплицы оптимальный световой, температурный режим и влажность воздуха;
- наличие системы полива;
- возможность удалённого контроля и управления системами.

#### **3.1 Выбор местоположения теплицы**

От выбора местоположения будет напрямую зависеть качество и количество урожая. В зимне-весенний период теплицу располагаем с севера на юг, а летом с запада на восток относительно сторон света (Приложение 3). Теплицу не стоит располагать между зданиями, в этом проходе будет постоянный сквозняк. Потоки ветра могут значительно изменить температуру внутри постройки, в среднем она может снижаться на 5 градусов.

Вывод: так как моя теплица рассчитана на зимне-весенний период, то лучшим вариантом будет расположение постройки с севера на юг. Таким образом, уровень освещенности солнцем будет самым максимальным. Место для постройки выбрать с подветренной стороны.

## 3.2 Выбор приборов и оборудования

### Освещение

Развитие растения зависит от света, интенсивности и длительности освещения, которое получает организм. Зная это, приступила к изучению и выбору светового оборудования. Определенные типы ламп, которые используются в теплицах, имитируют только часть светового спектра и часть энергии солнечных лучей.

В последнее время наиболее эффективным является применение светодиодного освещения для облучения растений. Установки со светодиодным освещением специального спектра позволяют снизить затраты на потребление электроэнергии в 2,7 раз. При использовании светодиодов исчезает перегрев растений. Снижение потребления электроэнергии дает возможность в дальнейшем укомплектовать установку солнечными батареями. Для того, чтобы обосновать замену газоразрядных натриевых ламп ДНаТ 400 на светодиодное осветительное устройство был проведен сравнительный анализ данных типов ламп (Приложение 4).

### Отопление

Монолитные кварцевые отопители – это экономичная и компактная техника. Нагревательный элемент длительное время сохраняет тепло, обогревая помещение даже после выключения отопителя. Благодаря своим великолепным показателям тепловой инерции такие нагреватели станут отличным вариантом для экотеплицы. В большом по площади помещении можно использовать сразу несколько обогревателей. Определила количество обогревателей, зная площадь теплицы и высоту потолка. Всего потребуется 4 штуки.

Вывод: кварцевые обогреватели привлекательны количеством своих положительных характеристик: за счет использования кварцевого песка высокой степени очистки достигается высочайшая теплоемкость, не пересушивает воздух в теплице, эксплуатация обогревателя в течение 30 лет, экологичность.

### Вентиляция



Приточно-вытяжная вентиляция — это система, которая обеспечивает приток чистого и свежего воздуха в помещение, а также удаляет вредный отработанный воздух из него. Обе эти функции выполняются одновременно. Благодаря встроенной системе теплообмена (рекуперации тепла) отпадает необходимость в подогреве входящего потока воздуха, вследствие чего, значительно экономятся энергозатраты, идущие на обогрев теплицы. Для работы рекуператор не использует электричество, КПД составляет 40-80%.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что применение такой системы наиболее выгодно с экономической точки зрения.

### **3.2.1 Солнечные батареи и принцип их работы**

Теплоснабжение моей экотеплицы будет осуществляться за счёт солнечных панелей, которые установлены на крыше. Солнечные батареи считаются очень эффективным и экологически чистым источником электроэнергии. Солнечные коллекторы поглощают свет, и переводят ее в энергию 12В и передают ее по системе дальше. Для преобразования света в электричество требуется фотоэлектрический преобразователь. Лучшие — монокристаллические, они обладают КПД порядка 18%. Принцип работы солнечной панели представлен в приложении (Приложение 5). Энергетические затраты экотеплицы – освещение, отопление, вентиляция и гидропонное оборудование.

1. Освещение: всего будет 12 светодиодных ламп по 4 штуки на каждый ряд. Их время работы будет равным  $\pm 14$  часам в сутки. Энергопотребление светодиодных ламп – 0,009Вт/час. Значит, общий расход всех ламп за  $\pm 14$  часов будет равен 1,51кВт

2. Отопление: рассчитываем нужное количество обогревателей, которое необходимо для теплицы.

В среднем система работает 14 часов в сутки, таким образом, один

обогреватель потребляет энергии:  $14 \cdot 0,4 \text{ кВт} = 5,6 \text{ кВт}$

При объеме  $64 \text{ м}^3$  нам потребуется 4 обогревателя, следовательно, потребление энергии составит  $5,6 \cdot 4 = 22,4 \text{ кВт}$  в сутки

3.Вентиляция: среднее потребление энергии приточно-вытяжной системы за 2 часа в сутки при мощности  $0,52 \text{ кВт}$  составит  $1,04 \text{ кВт}$ .

4.Гидропонное оборудование: потребление энергии в сутки незначительное, около  $0,5 \text{ кВт}$

Вывод: из расчетов следует, что для поддержания оптимальных условий в экотеплице необходимо  $36,95 \text{ кВт}$  в сутки.

### **3.2.2 Устройство и принцип работы дополнительного оборудования**

Для того, чтобы получить  $220\text{В}$ , подобрала дополнительное оборудование:

- 1.Аккумуляторы для принятия и сохранения заряда электричества.
2. Инвертор для преобразования постоянного тока  $12\text{В}$  в переменный  $220\text{В}$ .
- 3.Контроллер для контролирования заряда аккумуляторов.

Каким же образом осуществляется процесс передачи тока? В первую очередь, выработанная энергия солнечными батареями проходит через контроллер и попадает в аккумуляторный шкаф для заряда аккумуляторов. Аккумуляторный шкаф состоит из основного и 2-х (можно более) аккумуляторов. В случае если накопление заряда в основном аккумуляторе полное, то излишки переходят в резервные. Если все аккумуляторы приняли полный заряд, то контроллер отключает нагрузку. Далее по системе аккумуляторы соединяются с инвертором. Преобразование осуществляется за счёт трансформатора в инверторе. Далее инвертор готов передать переменный ток к потребителю. Каждый день солнце светит в среднем по 9 часов. За один день квадратный метр поверхности преобразователя способен выработать  $1 \text{ кВт}$  электроэнергии. Если за сутки расходуется  $36,95 \text{ кВт}$  электроэнергии, то площади солнечных панелей  $36,95 \text{ м}^2$

хватает, при этом учитываем дополнительные расходы на работу АКБ и инвертора получаем показатель 39,5 кВт . Аккумулятор на 12 В ёмкостью 240 А\*ч запасет 2880 Вт\*ч, следовательно, их потребуется 3 штуки, каждый будет состоять из 4 ячеек. Таким образом, получаем бесперебойное получение электрической энергии, которая абсолютно бесплатна. А солнечные батареи позволяют получать экологически чистую электроэнергию.

Из дополнительного оборудования также необходим насос, бак для воды, клапан подачи воды, таймер, а также помпа.

#### 1. Датчики контроля микроклимата внутри теплицы

- Датчик содержания CO<sub>2</sub> в воздухе с функцией измерения влажности и температуры

#### 2. Датчики для автоматизации гидропонной системы

- Датчик уровня воды в баке
- PH-датчик для измерения кислотности раствора
- TDS-датчик

### **3.2.3 Выбор гидропонного оборудования**

Растение на гидропонике получает из специального раствора все необходимые питательные вещества в нужных количествах и точных пропорциях. Рост растения реален и натурален. Гидропоника обеспечивает все потребности растения в нужном количестве и в нужное время. Выращивание растений гидропонными методами намного бережливее к земле и водоемам, чем традиционные методы. Еще одна выгода в том, что никакие удобрения не попадают в естественные водоемы, как это происходит при традиционном выращивании. Еще одна приятная особенность гидропонной системы - не придется бороться со многими почвенными вредителями и болезнями. Насосы изготавливаются с покрытием из эпоксидной смолы. Использование материала такого типа вместе с

нейтральными субстратами - путь к успеху за счет долговечности и безвредности для человека и растения.

### **Водные растворы для гидропоники**

В качестве питательной среды для растений на гидропонике выступает любая вода, пригодная для питья. Запасы воды следует хранить в темном прохладном месте, чтобы предотвратить образование водорослей. Для обеспечения корневой системы кислородом в питательный раствор погружают только часть корней. Полную замену раствора производят раз в 5-8 недель в зимний период.

### **Гидропонный субстрат**

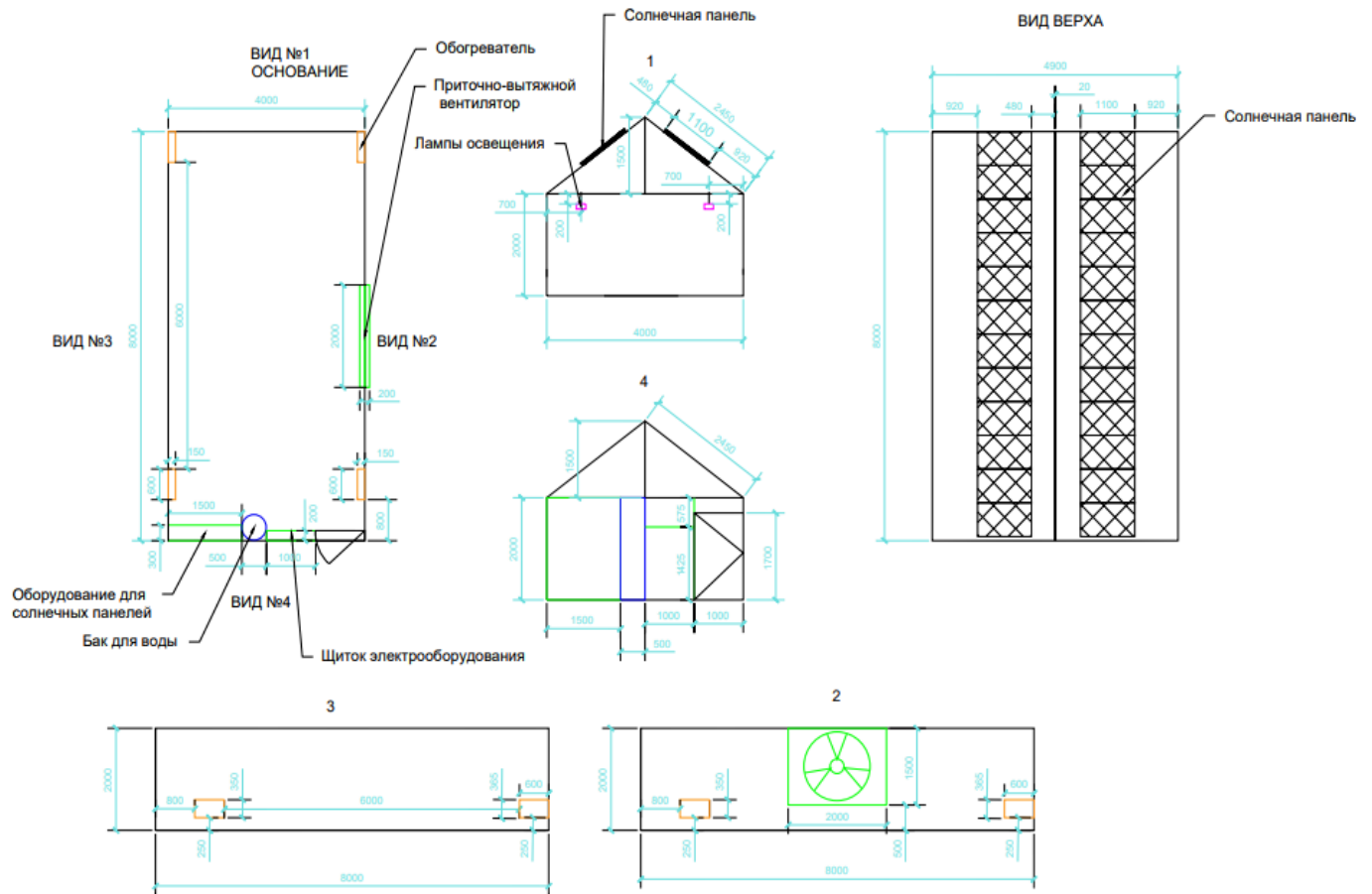
Изучив разновидности гидропонных субстратов, пришла к выводу, что буду использовать специальную литую стартовую губку Perfect Starts, она сделана из органических отходов и гибкого, биоразлагающегося полимера. Губчатые пробки не крошатся, не разрушаются и не засоряют опрыскиватели.

### **Полив**

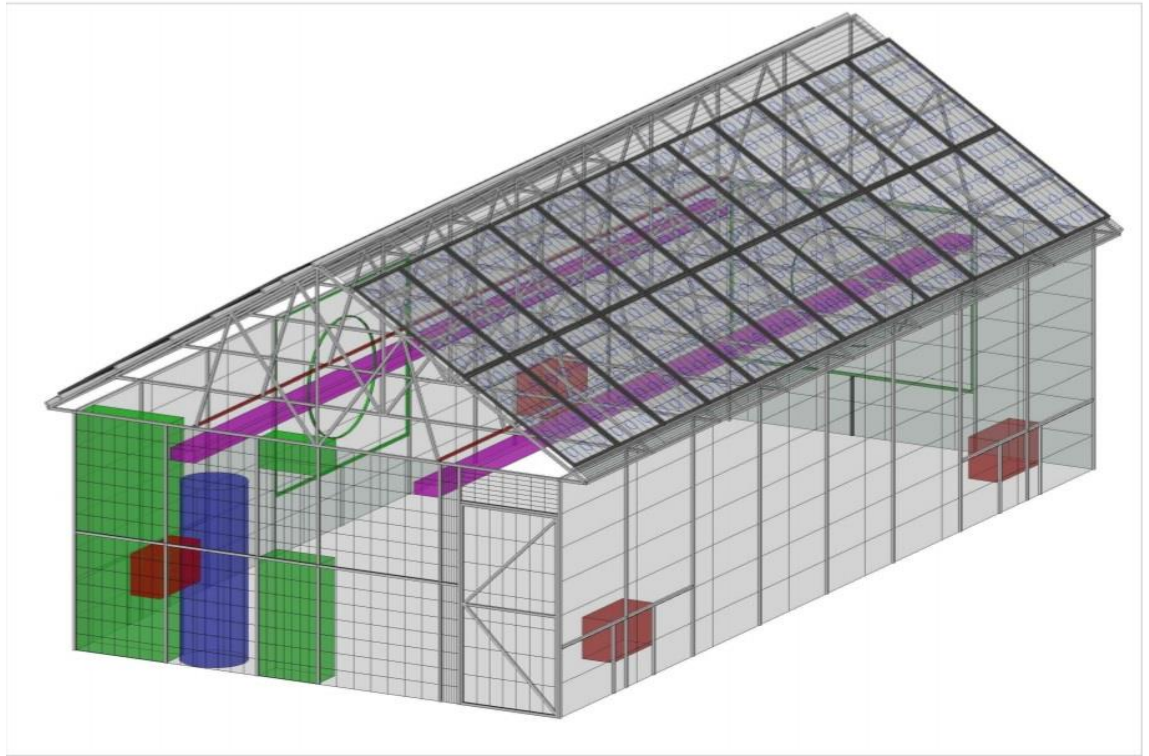
Полив будет осуществляться автоматически несколько раз в сутки. Он строго рассчитан для каждой культуры. Это будет происходить циклично при помощи насоса по принципу подтапливаемого орошения. Система слива настроена таким образом, чтобы раствор в течение определенного времени питал корни растений и обогащал их кислородом, необходимым для фотосинтеза, и сливался обратно в бак. Данная система подтопления обеспечивает питание корней и доступ воздуха к ним. В системе слива установлены фильтры для очистки раствора от остатков жизнедеятельности растений, которые могут накапливаться в поддонах. Через некоторое время использования питательный раствор заменяется на новый. Цикличность замены указывается в технических картах. Таким образом, система периодического затопливания решает сразу несколько задач, что очень удобно с точки зрения дополнительного оснащения.

### **3.3. Разработка чертежей и 3D-модели экотеплицы**

На основе анализа всего изученного материала и проведенных расчетов, получила такой результат: рис. 1 и рис. 2. На первом рисунке обозначено схематичное расположение всего оборудования, а также указаны все измерительные величины. На втором рисунке 3D-модель моей умной экотеплицы, где можно рассмотреть, как она будет выглядеть в реальности.



**Рисунок 1**



**Рисунок 2**

#### 4 Экономическая эффективность

Согласно критериям, рассматриваемый проект эффективен и рекомендуется к реализации.

	Аналог	Умная экотеплица
Стоимость строительного материала	49000 рублей	49000 рублей
Расчетная стоимость дополнительного оборудования вместе с солнечными батареями	485 тыс.рублей	420 тыс.рублей
Стоимость электроэнергии в месяц	5000 рублей	0 рублей
Итого	539 тыс.рублей	469 тыс.рублей

Немаловажным при принятии положительного решения о реализации проекта является определение срока окупаемости. Так как энергия полностью бесплатна, а также учитывая среднюю выручку с продажи выращенных овощных культур, получаем, что теплица окупится за 2 сезона.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В ходе работы реализована 3D-модель умной экотеплицы для выращивания овощных культур в зимне-весенний период. Проведена оценка экономической эффективности проекта, по которой можно утверждать, что разработка выгодна и окупаема за короткий срок. На сегодняшний день могу предложить инвестору модель теплицы для частного хозяйства, которая единственная в своем роде установка, объединившая все перспективные на данный момент направления развития тепличного хозяйства.



## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Климов. В.В. "Оборудование теплиц для подсобных и личных хозяйств". Москва, Энергоатомиздат, 1992.
2. Тараканов Г. И., Мухин В. Д., Шуин К. А. и др. "Овощеводство". Москва, Колос, 2002.
3. Иванова Н.Н. , Иванов Д.И. , Емельянов С.В. "Овощеводство". Учебное пособие.Саранск,Редакционно-издательский центр МГПУ, 2021.
4. Справочник по овощеводству //Сост. В. А. Брызгалов. Л.: Колос, 1983.
5. Руденко М.С. "Чудесная гидропоника. Все секреты урожая".Виват, 2017.
6. Емельянов А.В. "Эффективные теплицы:Как увеличить свой доход".Владис, 2010.
- 7.Харченко Н.В. "Индивидуальные солнечные установки". Москва, Энергоатомиздат, 2016.
- 8.Курдюмов Н., Малышевский К., "Умная теплица". Издательство: Владис, 2007.
- 9.Оснащение тепличных конструкций [Электронный ресурс].  
<http://parnikiteplicy.ru/ustrojstvo/avtomatizaciya.html>
10. Ягодин Б.А., Жуков Ю.П., Кобзаренко В.И. "Агрохимия". Москва, Колос, 2002.

**ПРИЛОЖЕНИЯ**  
**ПРИЛОЖЕНИЕ 1**

**Оптимальная температура (°С) в теплице в зимне-весенний период при  
выращивании культур**

Название культуры	Период	День		Ночь
		ясно	пасмурно	
Огурец	До плодоношения	22..24	20...22	16...18
	Первые 50...60 дней плодоношения	24...26	21...23	18...20
	Последующее время плодоношения	22...24	10...22	17...19
Томаты	Проростание семян	24...26	20...22	18...19
	Появление первых листьев	20...22	19...21	15...17
	Появление первых бутонов	20...21	17...18	15...17
	Плодоношение	23...25	20...22	18...20
Зелень	До всходов	19...20	18...20	18...20
	После массовых всходов(5-7 дней)	10...12	10	10
	До начала стеблевания	16-18	15...16	12...14
	От стеблевания до уборки урожая	18...20	16...18	12...14

**Оптимальное значение относительной влажности воздуха (%) в зимне-весенней теплице при выращивании культур**

Название культуры	Влажность
Огурец	75-85
Томаты	60-70
Зелень	75

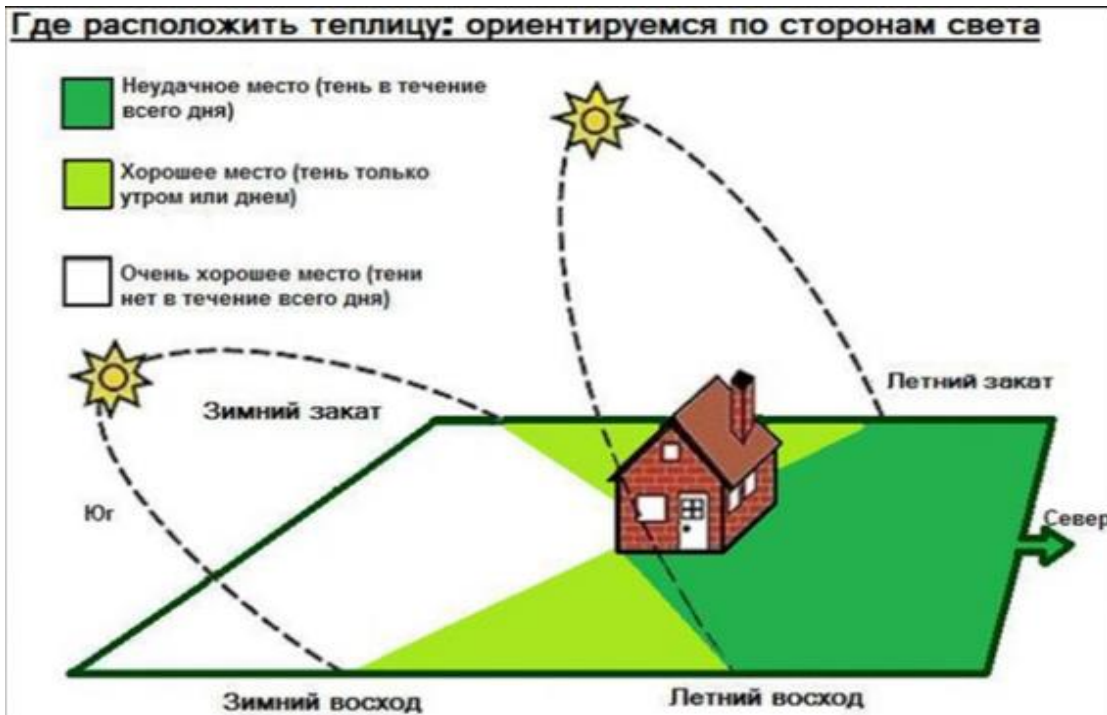
**Оптимальный показатель зависимости освещенности от длины светового дня**

Название культуры	Освещенность	Длина светового дня
Огурец	20 тыс.лк	10-12
Томаты	20 тыс.лк	12-14
Зелень	20 тыс.лк	12-14

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

№	Название	Плюсы	Минусы
1	2agrocloud	<p>1.Сведение к минимуму участия человека</p> <p>2.Создание и поддержание оптимального микроклимата</p> <p>3.Получение большего урожая</p>	<p>1.Привязанность к электросети</p> <p>2.Дороговизна</p> <p>3.Оборудование рассчитано на большую площадь</p>
2	СитиФерма	<p>1.Регулировка подкормки растений</p> <p>2.Экономия воды и питательных веществ</p> <p>3.Гербициды не нужны</p> <p>4.Доступ к корням</p> <p>5.Выращивание культур в экстремальных условиях</p>	<p>1.Нельзя перегревать</p> <p>2.Дороговизна</p> <p>3.Привязанность к электросети</p>
3	Солнечные решения	<p>1.Экологически безопасно</p> <p>2.Автономность</p> <p>3.Экономически выгодно</p>	<p>1.В пасмурную погоду сооружение отключено от источника энергии</p> <p>2.Дорогостоящее дополнительное оборудование</p>

### ПРИЛОЖЕНИЕ 3



## ПРИЛОЖЕНИЕ 4

### Сравнительные характеристики рассматриваемых типов ламп

Тип лампы	ДНаТ-400	Светодиодное осветительное устройство
Цена 1 шт, руб	500-700	3000
Световой поток	48000	2500
Потребляемая мощность, Вт	460	150
Срок службы, часов	до 15000	до 100000
Контрастность и светопередача	слабая	высокая
Механическая прочность	средняя	высокая
Температурная устойчивость	слабая	высокая
Время выхода в рабочий режим, минут	10-15	мгновенно
Нагревание	сильное	слабое
Экологическая безопасность	содержит натриево-ртутную амальгаму и ксенон	не содержит ртути

# ПРИЛОЖЕНИЕ 5

