

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО
ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**



Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
"Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса"
(ФГБНУ "Росинформагротех")



Для служебного
пользования
экз № 02

ПРОТОКОЛ № 15-03-2013 (1100032)

от 30 ноября 2013 года
приемочных испытаний
системы подогрева грунта Green Box Agro

г. п. Правдинский
Московской области
2013 г.

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
“Российский научно-исследовательский институт информации
и технико-экономических исследований по инженерно-техническому
обеспечению агропромышленного комплекса”
(ФГБНУ «Росинформагротех»)**

Для служебного
пользования
экз. № 02

**ПРОТОКОЛ № 15-03-2013 (1100032)
от 30 ноября 2013 года
приемочных испытаний
системы подогрева грунта Green Vox Agro**

г.п. Правдинский
Московской области
2013 г.

СОДЕРЖАНИЕ

В в е д е н и е	3
1. Характеристика испытываемого образца.....	4
1.1 Назначение, краткое техническое описание системы и технологического процесса.....	4
1.2 Техническая характеристика.....	9
2 Условия испытаний	11
3 Результаты испытаний	12
3.1 Первичная техническая экспертиза.....	12
3.1.1 Проверка соответствия состава и комплектности устройства технической документации.....	12
3.1.2 Недостатки по качеству изготовления устройства, выявленные при обкатке.....	13
3.3 Агротехнические показатели при лабораторно-полевых испытаниях.....	14
3.3.1 Анализ агротехнической оценки.....	21
3.4 Энергетические показатели устройства.....	23
3.4.1 Анализ энергетических показателей.....	24
3.5 Эксплуатационно-технологические показатели работы системы подогрева грунта Green Vox Agro.....	25
3.5.2 Анализ эксплуатационно-технологических показателей.....	26
3.6 Показатели безопасности и эргономичности конструкции устройства.....	27
3.6.1 Анализ показателей безопасности и эргономичности конструкции устройства.....	30
3.7 Показатели надежности.....	31
3.7.1 Заключительная техническая экспертиза.....	32
3.7.2 Анализ показателей надежности.....	32
3.8. Экономическая оценка.....	33
3.8.1 Анализ экономической оценки.....	36
3.9 Перечень несоответствий устройства требованиям ТЗ.....	37
4 Заключение по результатам испытаний	38
5 Выводы и рекомендации	39
Приложение А. Список используемой литературы.....	40
Приложение Б. Оценка эффективности изменений, внесенных в устройство, по сравнению с ранее испытанным образцом и в процессе испытаний.....	41
Приложение В. Технические средства проведения испытаний.....	42

ВВЕДЕНИЕ

Заводской №	Год изготовления	Дата поступления на испытания		Период испытаний	Объем работы, ч	
		по плану	факт		по плану	факт
б/н	2013	30.04.2013	22.04.2013	24.04.13 – 30.10.13	50	222

Организация-разработчик: ООО «Специальные системы и технологии»,
Московская область, г. Мытищи, Проектируемый проезд, 52/74, стр.7

Испытания проведены на соответствие системы требованиям ТЗ, утвержденного техническим директором ООО «Специальные системы и технологии», по рабочей программе-методике, утвержденной директором ФГБНУ «Росинформагротех».

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ИСПЫТЫВАЕМОГО ОБРАЗЦА

1.1 Назначение, краткое техническое описание системы и технологического процесса

Система подогрева грунта Green Vox Agro предназначена для подогрева верхнего почвенного слоя в теплицах, оранжереях, питомниках с целью создания благоприятного микроклимата при выращивании культурных растений, что обеспечивает продление сезона выращивания культур за счет более ранней высадки в весеннее время и более позднего завершения периода вегетации в осеннее время; защиты культур от заморозков; подогрева в условиях холодных ночей и неблагоприятной погоды в летний период.

Конструктивно система Green Vox Agro включает в себя (рисунок 1, 2).

- секция нагревательная резистивная 14GBA с установочным (холодным) проводом для подключения к питанию;
- терморегулятор TP 600;
- датчик температуры грунта STS-02 (входит в состав терморегулятора);
- трубка гофрированная полимерная для установки датчика (входит в состав терморегулятора);
- заглушка для трубки (входит в состав терморегулятора);

Конструкция системы обеспечивает легкость установки требуемой температуры подогрева в зависимости от требований для выращиваемой культуры; регулирование и поддержание температуры в автоматическом режиме без постоянного участия оператора; электрическую безопасность и надежность системы в условиях полива, внесения удобрений и химикатов, воздействия отрицательных температур, повышенной влажности.

Время готовности системы к работе - сразу после монтажа и включения.

Принцип работы системы подогрева заключается в поддержании постоянной температуры почвы за счет циклов подачи-снятия питающего напряжения на тепловыделяющие элементы – резистивный нагревательный кабель, который устанавливается в слое грунта под корневой системой

растений. Регулирование температуры осуществляется при помощи электронного терморегулятора, который замеряет температуру по датчику, установленному в подогреваемом слое грунта.

Регулятор температуры TP 600 имеет удобный интерфейс управления и выполнен в герметичном корпусе для работы во влажном микроклимате теплиц. Прибор имеет пыле-влагонепроницаемый корпус со степенью защиты IP 56. Управление обогревом осуществляется одной кнопкой.

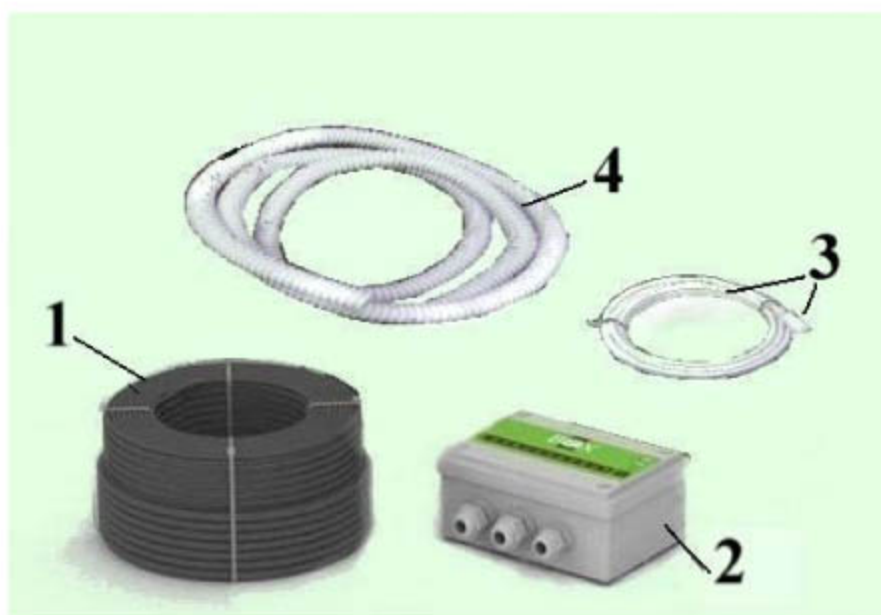


Рисунок 1 – Комплект системы Green Box Agro:

1- нагревательная секция GBA; 2- терморегулятор TP 600; 3 – датчик температуры STS-02 с соединительным кабелем; 4 – трубка гофрированная полимерная для установки датчика

Монтаж оборудования производился согласно инструкции (рисунок 3), но в упрощенном варианте, поскольку, в процессе испытаний, возможность механического повреждения кабеля исключалась.

Монтаж заключался в следующем: на слой подкладочного грунта (примерно 40 см) уложены нагревательные кабельные секции, закрепленные на мелкоячеистой монтажной сетке с шагом укладки около 14 см. Укладка кабеля производилась «змейкой» с закреплением на сетке при помощи

пластиковых кабельных стяжек, чтобы исключить перемещение кабеля после раскладки.



Рисунок 2 – Терморегулятор TP 600:

1 – температурная шкала (LED-подсветка) для визуального контроля и установки температуры нагрева; 2 – кнопка установки температуры нагрева

Сверху был насыпан слой 25-30 см плодородного грунта. Терморегулятор с системой защиты и учета электроэнергии был смонтирован на диэлектрической поверхности, на боковой стенке теплицы (рисунок 4, 5).

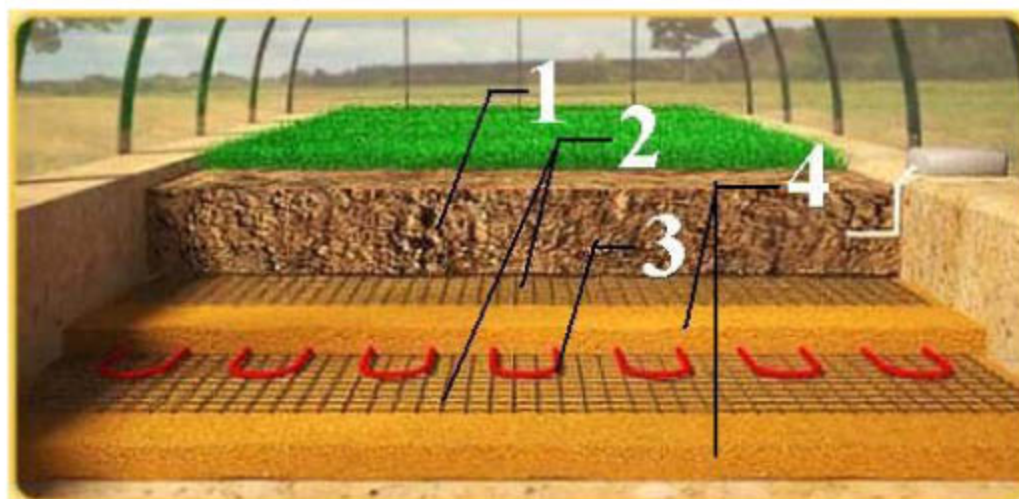


Рисунок 3 - Укладка нагревательной секции GBA по инструкции:

1-грунт; 2- монтажная сетка с мелкими ячейками; 3 – нагревательная секция GBA; 4- песок

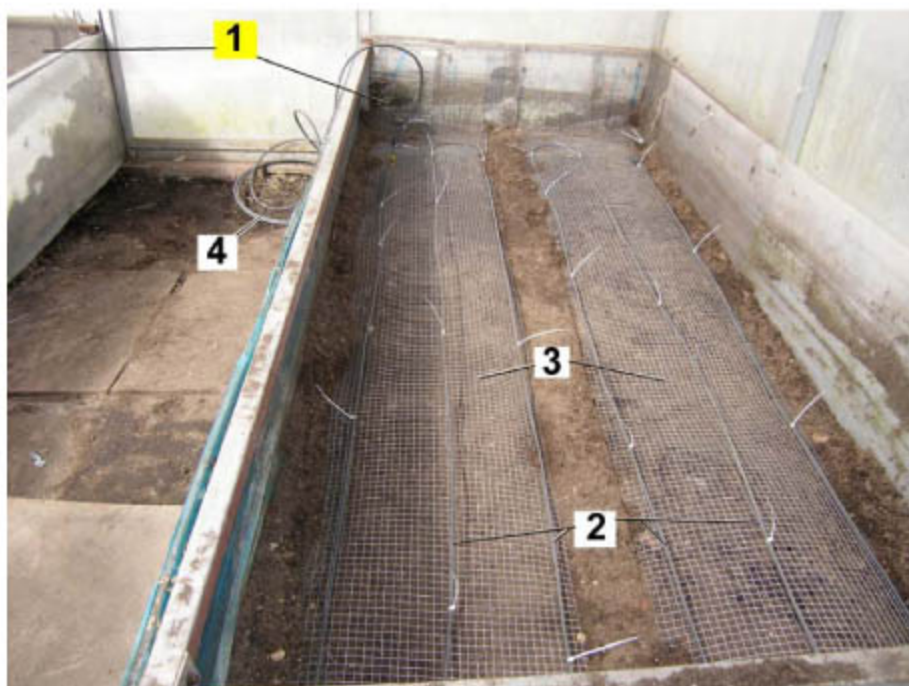


Рисунок 4 – Монтаж оборудования в теплице:

1 – почвенные боксы для выращиваемых культур; 2 – нагревательный кабель GBA; 3 – монтажная сетка; 4 – соединительный «холодный» кабель

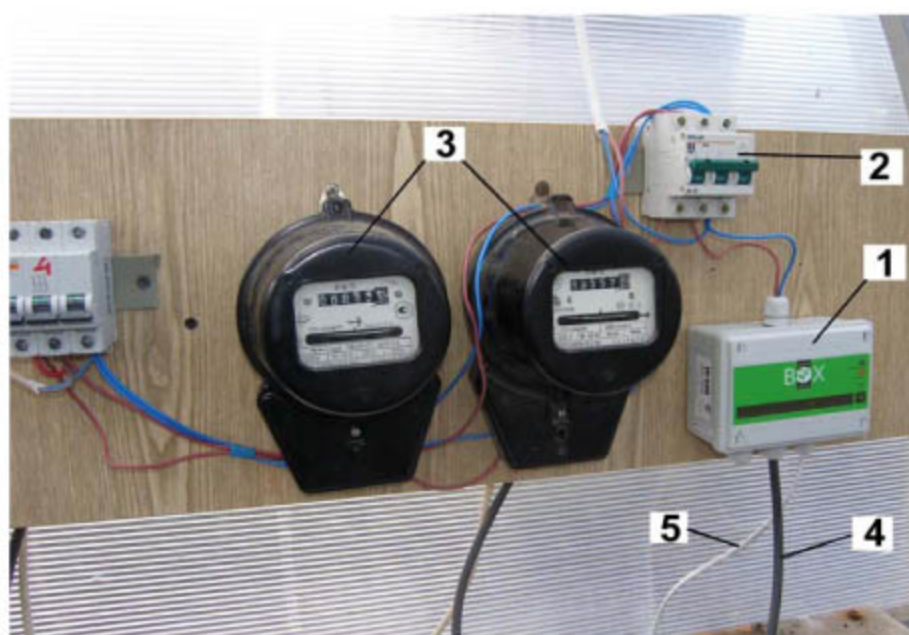


Рисунок 5 – Контролирующее оборудование после монтажа:

1 – терморегулятор TP-600; 2 – защитное оборудование; 3 – приборы учета потребляемой электроэнергии; 4 – соединительный кабель нагревающей секции; 5 – кабель от термодатчика

Монтаж оборудования производился в два не связанных между собой почвенных бокса, двумя греющими секциями. Каждая секция контролировалась отдельным терморегулятором и контрольно-защитным оборудованием.

Технологический процесс

После высадки рассады растений (посева семян) в зону обогрева Green Box Agro на терморегуляторах системы задается температура, требуемая для конкретной культуры, согласно агротехнологиям защищенного грунта. Далее система Green Box Agro работает в полностью автоматическом режиме. Длительность периода работы системы определяется агротехникой конкретной культуры. В процессе работы система не требует обслуживания, за исключением периодического визуального контроля температурного режима с целью возможной коррекции из-за длительного сбоя электропитания. Настройки TP-600 не сбиваются при кратковременном отключении электропитания.

1.2 Техническая характеристика

Показатель	Значения показателя	
	по ТЗ	по данным испытаний
1	2	3
Тип устройства	Монтируемый	
Обогреваемая площадь, в соответствии с ассортиментной линейкой нагревательных секций, м ²	2 - 15	4
Площадь обогрева, на одну секцию, м ²	2	2
Количество используемых секций, шт.	-	2
Секции нагревательные резистивные 14GBA:		
Напряжение питания, В	~220	220 - 230
Установленная мощность на 1 квадратный метр, Вт	80-100	105
Линейная мощность греющего кабеля на 1 погонный метр, Вт/м	14	15
Способ раскладки секций в слое грунта	Петлями («змейкой») по всей подогреваемой площади	Петлями («змейкой») по всей подогреваемой площади
Шаг раскладки (расстояние между петлями) кабеля, мм	140 - 160	140
Соединение греющего кабеля с установочным проводом	Герметичная прессованная муфта, выполненная в заводских условиях	Герметичная прессованная муфта
Класс защиты секции	I (кабель с защитным заземленным экраном)	I (кабель с экраном, подключаемым к заземлению)
Диаметр кабеля, мм	3,8 – 4,4	3,9
Границы сопротивления, Ом/секцию	227,9 - 264,0	230,2
Сопротивление изоляции секции, Мом/м, не менее	1000	1020
Количество обслуживающего персонала, чел., в т.ч.: а) оператор	Нет данных	1
Трудоемкость монтажа, чел.-час.	Нет данных	3,5 (на одну секцию)

1	2	3
Терморегулятор ТР 600		
Напряжение питания, В	~ 220	220- 230
Диапазон устанавливаемых температур регулятора, °С	18 – 27	18 – 27
Потребляемая мощность схемы управления, Вт	0,45	0,48
Габаритные размеры, мм:		
- длина	140	142
- высота	135	136
- глубина	65	66
Масса терморегулятора, г:	350	348
Датчик температуры	NTC резистор, 6,8 кОм	NTC резистор, 6,8 кОм
Длина установочного провода датчика, м	2	2,1
Длина секции, м	14	13,9

2 УСЛОВИЯ ИСПЫТАНИЙ

Показатель	Значение показателя по:	
	ТЗ	данным испытаний
1	2	3
Место испытаний (территориально)		ФГБНУ «Росинформагротех», г.п. Правдинский, М.О.
Место испытаний	Теплицы	Теплица с двумя отдельными почвенными боксами
Площадь обогрева, м ²	2 - 15	4 (2 x 2)
Общая площадь теплицы, м ²	Нет данных	5,25
Культура	Овощные культуры	Томаты и огурцы районированных сортов
Сорт	Нет данных	огурцы: «Деревенская ярмарка», «Зубренок» томаты: «Санька», «Дубрава»
Дата проведения испытаний:	24.04. - 30.10.2013 г.	
Вид работы	Подогрев грунта	
Температура воздуха, °С	Положительная	23-25
Относительная влажность, в среднем, %	До 80%	68-72
Характеристика субстрата:		
Толщина насыпного слоя, см	Нет данных	37
Насыпная плотность грунта, г/см ³	То же	1,35
Температура насыпного слоя почвы, в среднем, °С	18 - 27	20,5
Характеристика посадочного материала		
Томаты: - высота рассады, мм - ширина кроны, мм - диаметр стебля у основания, мм	Нет данных	190-280 150-330 10
Густота насаждений, шт/м ²	То же	6
Огурцы: - масса 1000 шт, г - влажность семян, % - всхожесть семян, %	-«-	30 23 90
Густота насаждений, шт/м ²	-«-	6

Показатели условий испытаний определены по ГОСТ Р 20915-2011, СТО АИСТ 18.1-2010, СТО АИСТ 18.2-2010.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ

3.1 Техническая экспертиза

3.1.1 Проверка соответствия состава и комплектности устройства технической документации и оценка полноты ее содержания.

Система подогрева грунта Green Vox Agro поступила на приемочные испытания в ФГБНУ «Росинформагротех» в апреле 2013 г., в разобранном виде, в упаковке.

Техническая документация представлена техническим заданием и техническим описанием с инструкцией по эксплуатации устройства. Инструкция по эксплуатации, в основном, содержит все основные разделы, предусмотренные п. 11.1 ГОСТ 27388-87. Бумага инструкции влаго-и маслопроницаемая, что не соответствует п.1.7 ГОСТ 27388-87.

Для проведения работ по техническому обслуживанию всех элементов устройства специального инструмента не требуется.

Вид климатического исполнения УХЛ, категория размещения 1 по ГОСТ 15150-69.

Сохранность за время транспортировки системы соблюдена.

Согласно требованиям и классификации ГОСТ 12.2.007.0-75, п. 2.1 устройство можно отнести ко II классу электробезопасности. Сопротивление изоляции проведено в соответствии с методикой ГОСТ 3345-76.

3.1.2 Недостатки по качеству изготовления устройства, выявленные при обкатке.

При работе устройства в тестовом режиме недостатков и нарушений не выявлено.

Первичная техническая экспертиза проведена в соответствии с ГОСТ Р 54784-2011, ГОСТ 27388-87.

3.3 Агротехнические показатели при лабораторно-полевых испытаниях

Для проведения лабораторно-полевых испытаний системы подогрева грунта Green Vox Agro были выделены две одинаковые по объему и полезной грунтовой площади теплицы. В одной из них была смонтирована система подогрева грунта Green Vox Agro (рисунок 4), другая служила контролем. В обе теплицы одновременно были высажены две овощные культуры: томаты и огурцы. Томаты высаживались рассадой, по 12 шт. в теплицу, густота посадки составила 6 шт. на м². Огурцы высаживались семенами, по 12 шт. на теплицу с густотой посадки также 6 шт. на м² (рисунок 6).

После посадки был произведен запуск системы обогрева. Терморегулятор настроен на температуру подогрева 22,0 °С, согласно агротехническим требованиям для данных культур при выращивании в защищенном грунте. В течение вегетационного периода проводились фенологические наблюдения и контроль температурного и влажностного режимов обеих теплиц (рисунки 7, 8, 9, 10, 11).



А

Б

Рисунок 6 – Начало испытаний (опыта) 14 мая 2013 г:

А – опытная теплица; Б – контрольная. 1 – зона высадки томатов; 2 – зона высадки огурцов



А



Б

Рисунок 7 – Появление первого настоящего листа у огурца (1л):
А – опыт (27 мая); Б – контроль (29 мая)



А



Б

Рисунок 8 – Появление третьего настоящего листа у огурца (3л):
А – опыт (3 июня); Б – контроль (6 июня)



А



Б

Рисунок 9 – Полное развитие растений. Период начала сбора урожая томатов 23-25 июля: А – опыт; Б – контроль.

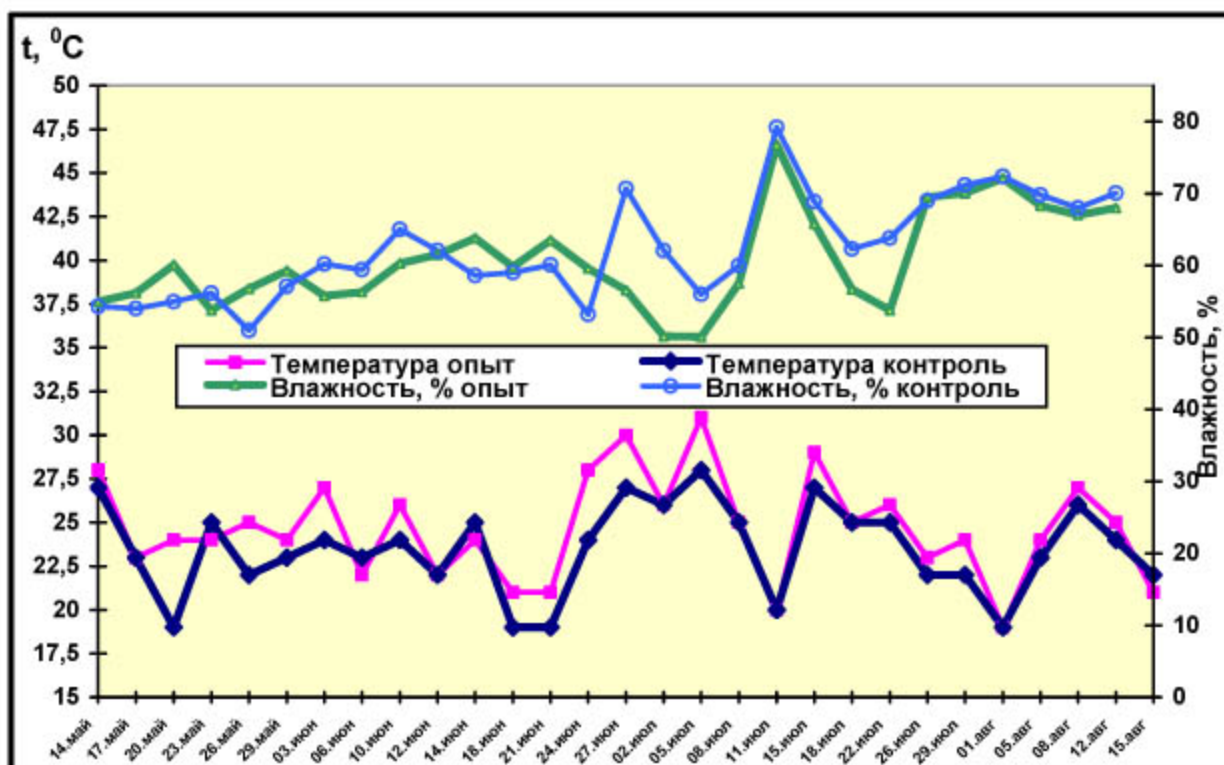


Рисунок 10 – Динамика температуры и относительной влажности воздуха в опытной и контрольной теплицах в течение периода полевых испытаний

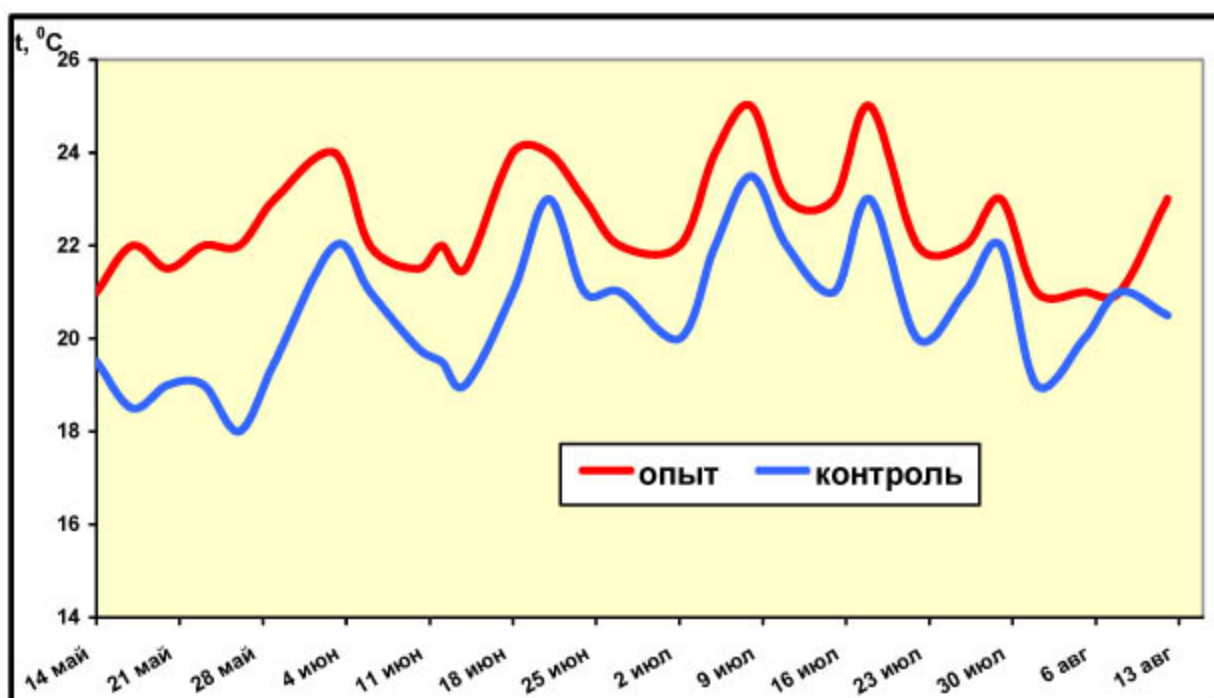


Рисунок 11 – Динамика температуры почвы в опытной и контрольной теплицах в течение периода полевых испытаний

В течение периода испытаний контрольные замеры температурного и влажностного (относительная влажность) режимов воздуха и почвы проводились в утренние часы, вместе с фенологическими наблюдениями с периодичностью 5-7 дней. Фенология состояла в наблюдении за фазами развития растений (огурца), а также проведения линейных замеров растений, т.е. наблюдения за динамикой роста и развития выращиваемых культур (рисунки 12, 13, таблицы 1, 2).

В течение периода испытаний производился ежедневный полив плантаций из расчета 0,8-1,0 л на 1 растение в сутки и уход за растениями: удаление сорной растительности, прищипка, подвязка и т.п.

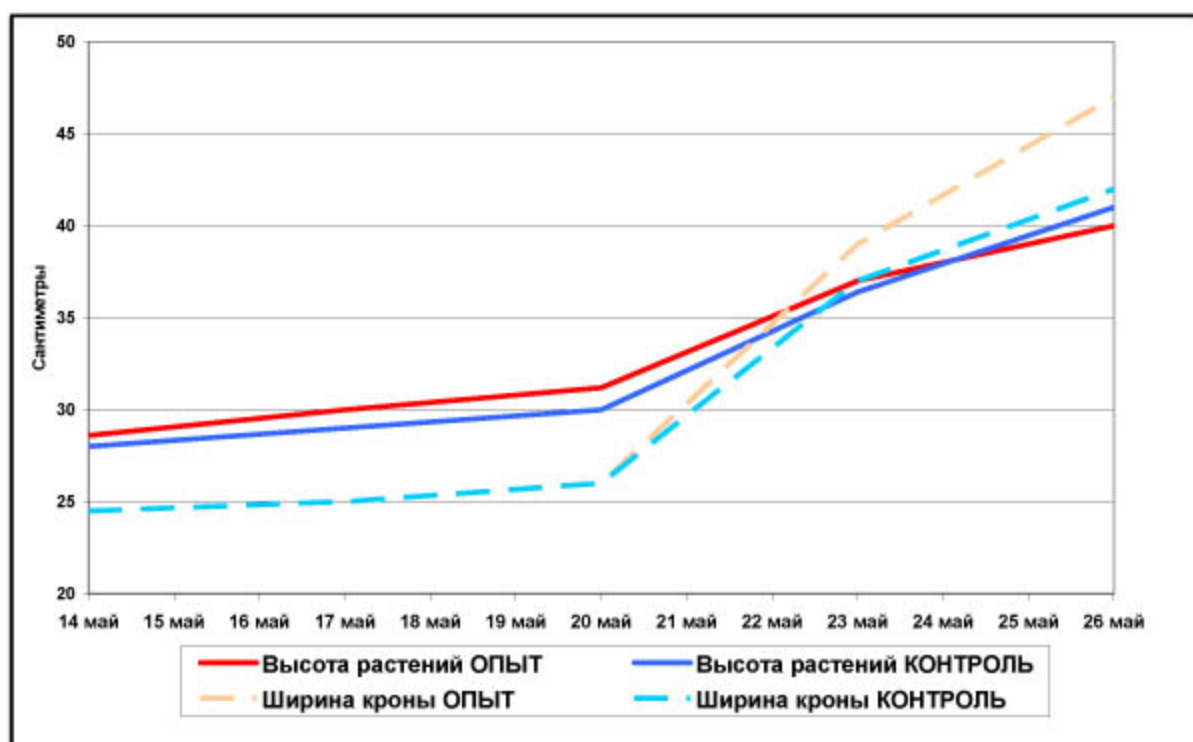


Рисунок 12 – Динамика изменения линейных размеров растений томатов.

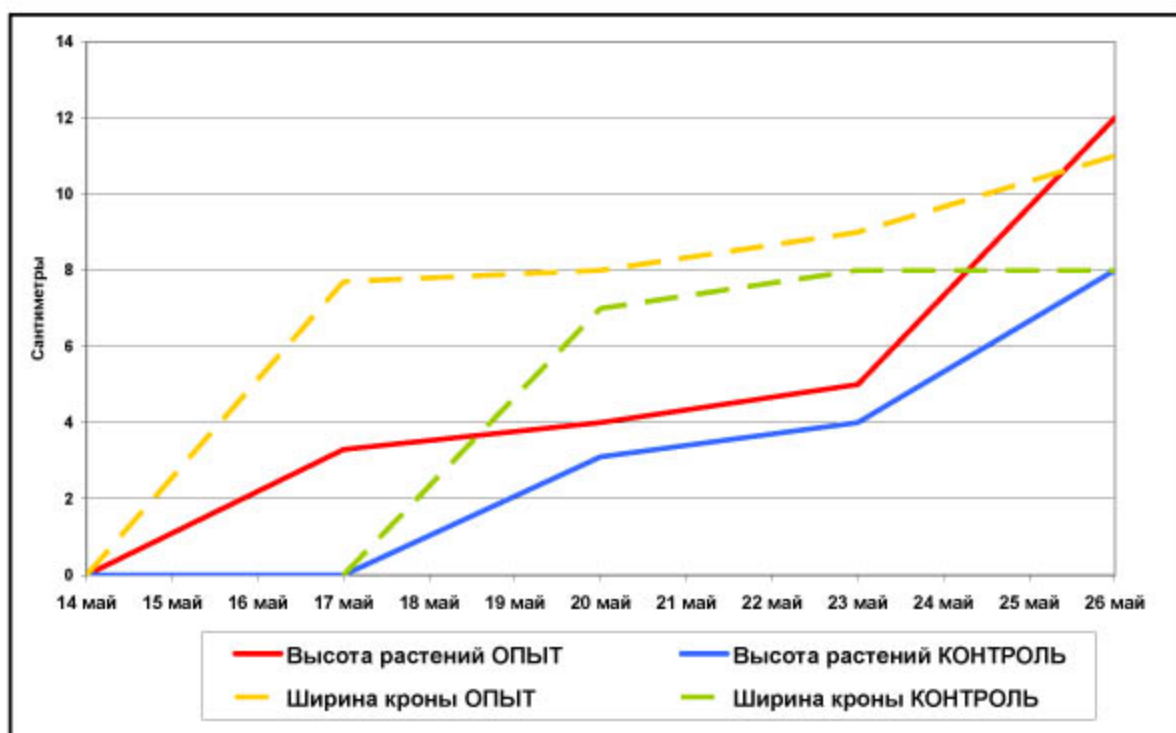


Рисунок 13 – Динамика изменения линейных размеров растений огурцов.

Таблица 1

Фазы развития растений огурца

Фазы	Опытная теплица	Контрольная теплица
Дата посадки	14.05.	14.05.
Появление всходов	17.05 (3 дн.)	19.05 (5 дн.)
Массовые всходы	21.05 (7 дн.)	23.05 (9 дн.)
Появление первого настоящего листа	27.05 (13 дн.)	29.05 (15 дн.)
Появление второго настоящего листа	01.06 (18 дн.)	03.06 (20 дн.)
Появление третьего настоящего листа	03.06 (20 дн.)	06.06 (23 дн.)
Температура почвы, °С	22-23	18-21

Сбор урожая осуществлялся последовательно, в течение периода созревания плодов. Степень зрелости плодов определяли по достижению товарных кондиций согласно ГОСТ 1726-85 «Огурцы свежие. Технические условия», которые регламентируют линейный размер продукции и ГОСТ Р 51810-2001 «Томаты свежие, реализуемые в розничной торговой сети», регламентирующие степень зрелости по внешним визуальным признакам (рисунок 9 – А).

Размерные и весовые параметры огурцов приведены в таблице 2, на рисунках 14, 15.

Таблица 2

Масса плодов и конечная урожайность в период испытаний

Показатели	Томаты		Огурцы	
	Опыт	Контроль	Опыт	Контроль
Масса плодов: - средняя, грамм - коэффициент вариации, %	ГОСТ Р 51810-2001, - линейно-весовой регламент не предусмотрен		87,7 40,82	80,2 32,17
Линейные размеры плодов огурца: - длина, мм - коэффициент вариации, % - толщина, мм - коэффициент вариации, %	-	-	103,3 13,02 28,1 26,0	99,9 12,3 26,7 23,7
Общая масса за период испытаний, кг	10,15	7,68	26,51	13,16
Урожайность, кг : - на м ² - на 1 растение	2,54 0,85	1,92 0,64	6,63 2,21	3,29 1,1
Превышение по урожайности опыта над контролем, на м ² : - в кг - в %	0,62 32,3		3,34 101,5	
Температура почвы, в среднем за период, °С - коэффициент вариации, %	22,5 5,22	20,6 6,98	22,5 5,22	20,6 6,98
Зараженность растений вредителями, за период, %	0	0	0	0
Пораженность растений болезнями, за период, %	0	0	0	0

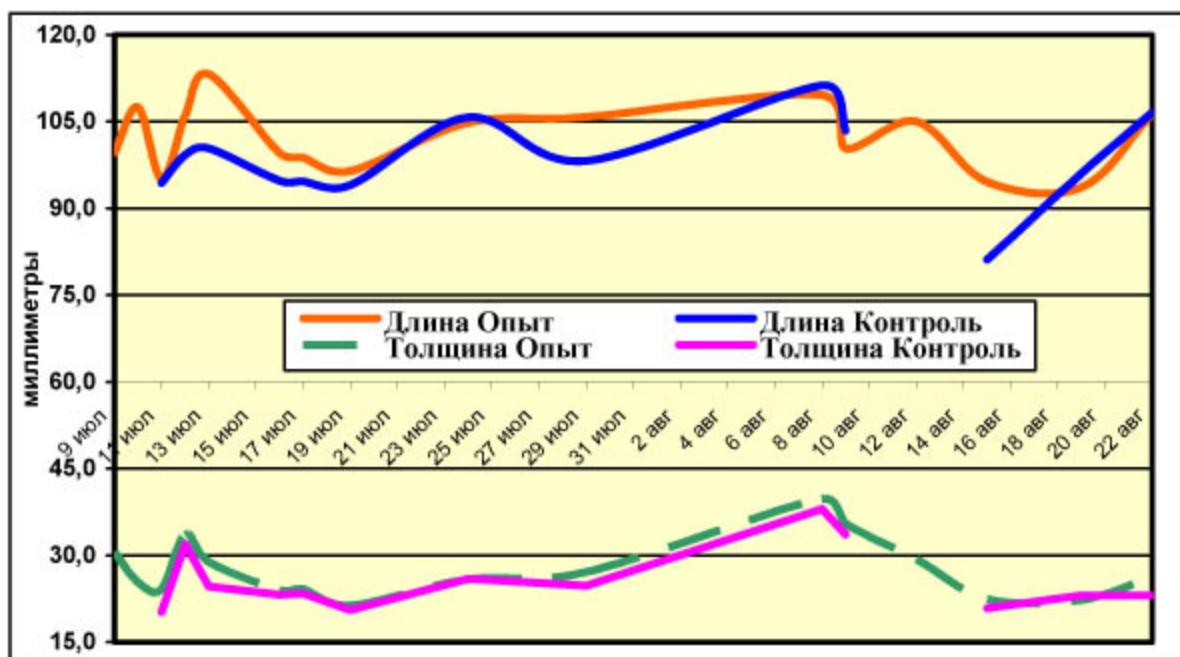


Рисунок 14 – Динамика линейных размерных характеристик плодов огурцов.

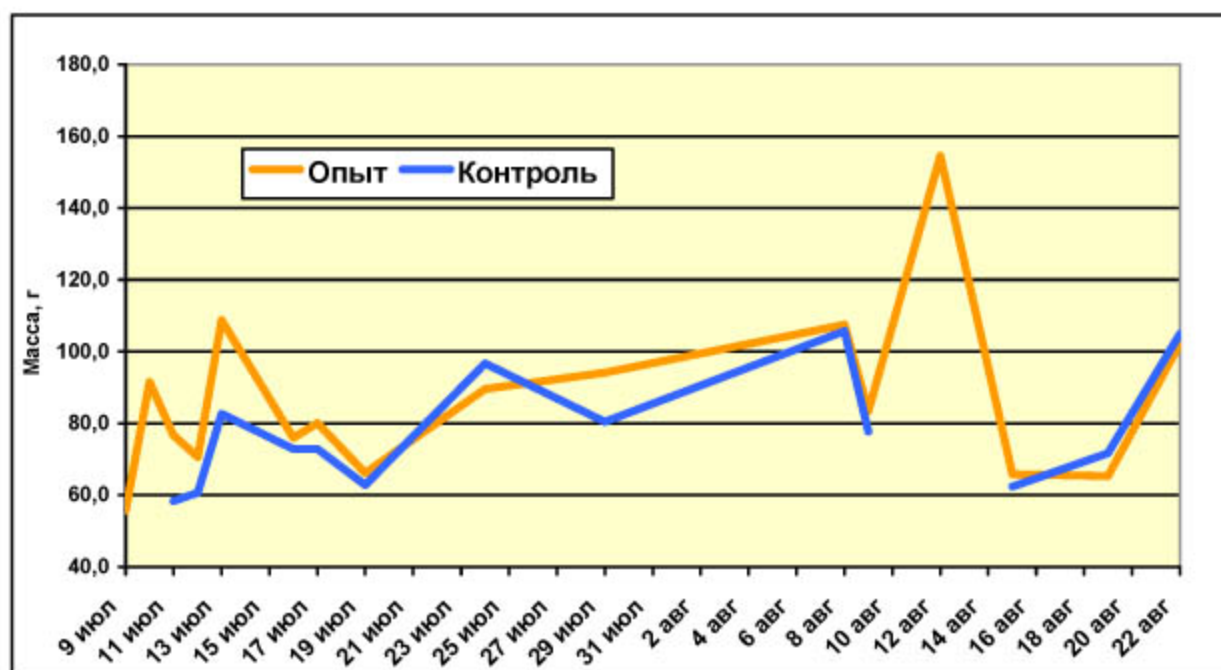


Рисунок 15 – Динамика массы плодов огурцов.

Агротехническая оценка проведена по методам, изложенным в СТО АИСТ 1.3-2010, СТО АИСТ 18.1-2010, СТО АИСТ 18.2-2010 и методике (1).

3.3.1 Анализ агротехнической оценки

Лабораторно-полевые испытания системы подогрева грунта Green Box Agro проводились на базе пленочных теплиц в ФГБНУ «Росинформагротех».

Условия проведения испытаний соответствовали техническому заданию.

Проведенные испытания системы подогрева грунта Green Box Agro показали, что эффективность работы системы не зависела от сортовых особенностей используемых культур и поэтому полученные результаты рассматриваются в целом по культурам (томаты и огурцы).

Температура и относительная влажность воздуха в теплицах, в течение периода испытаний, изменялись незначительно, в зависимости от климатических факторов и существенной разницы между опытной и контрольной теплицами выявлено не было.

Установочная температура почвы в опытной теплице составляла 23 °С и в период наблюдений была выше, чем в контрольной. Динамические колебания в обеих теплицах были довольно синхронны, поскольку зависели и от климатических суточных колебаний температуры воздуха и от времени полива в течение суток. В среднем за весь период температура почвы в опытной теплице составила 22,5 °С при коэффициенте вариации 5,22%, в контрольной - 20,6 °С, коэффициент вариации 6,98%, что соответствует агротехническим требованиям по данным культурам (огурцы – 22 °С, томаты – 21-22 °С) и вписывается в диапазон, определяемый ТЗ.

Результаты наблюдений за ростом и развитием растений получены по огурцам, поскольку томаты высаживались рассадой, с одинаковой фазой развития, и, в дальнейшем, различия в росте и развитии их были незначительны. Исходя из данных, отображенных на рисунке 13 и в таблице 1, рост и развитие растений огурца в опытной теплице опережали растения в контрольной, в среднем на 2-3 дня в начальной стадии, а также на 34,7% (высота растений) и на 21,4% (ширина кроны) на последующих этапах.

Значительные различия между опытом (обогрев) и контролем были получены по конечной урожайности культур (в кг/м²), особенно по огурцам -

101,5%. Томаты показали меньшую, но все же существенную разницу - 32,3% (таблица 2).

По результатам лабораторно-полевых испытаний можно сделать вывод, что система подогрева грунта Green Vox Agro выполняет технологический процесс в соответствии с агротехнологическими требованиями технического задания и выгодно отличается от контроля по выходу готовой продукции.

3.4 Энергетические показатели системы

Показатель	Значение показателя по:	
	ТЗ	По данным испытаний
Дата и место проведения испытаний	24.04. – 30.10.2013, ФГБНУ «Росинформагротех»	
Вид работы	Подогрев почвы в теплице	
Режим работы	Периодический, с автоматическим регулированием подогрева	
Энергетические показатели:		
- питающее напряжение, В	220	220 - 235
Установленная мощность на 1 квадратный метр, Вт	80-100	105
Линейная мощность греющего кабеля на 1 погонный метр, кВт/м	0,014	0,015
Длина греющей секции, на обрабатываемую площадь, м	28	28
Максимальная линейная потребляемая мощность на две секции, кВт/м	Нет данных	0,42
- максимальная потребляемая мощность, кВт/м ²	0,08 – 0,1	0,105
- мощность, потребленная устройством за период испытаний, кВт	Нет данных	93,4
Площадь обогрева, на две секции (2 x 14 м), м ²	4	4
- удельные энергозатраты, кВт.ч/м ²	Нет данных	23,35

Энергетическая оценка проведена по ГОСТ Р 52777-2007.

3.4.1 Анализ энергетических показателей

Энергетическая оценка системы подогрева грунта Green Box Agro проводилась по ГОСТ Р 52777-2007 с целью определения величины энергетических затрат на поддержание температуры почвы в теплице на уровне, рекомендуемом агротехническими требованиями и соответствия мощностных системы требованиям ТЗ.

При обогреве почвы в рабочем автоматическом режиме среднее потребление энергии за час основного времени составило 0,420 кВт на две секции (2x14 м). Линейная мощность греющего кабеля на 1 погонный метр составила 0,015 кВт, при этом установленная мощность на 1 квадратный метр площади грунта составила 0,105 Вт, что соответствует ТЗ (0,014 кВт и 0,1 кВт соответственно).

Общие затраты электроэнергии за период испытаний составили 93,4 кВт, удельный расход электроэнергии составил 23,3 кВт/ч на м² обрабатываемой площади.

3.5 Эксплуатационно-технологические показатели работы системы подогрева грунта Green Box Agro

Показатель	Значение показателя по:	
	ТЗ	данным испытаний
Дата проведения испытаний	24.04.– 30.10.2013 г.	
Место проведения испытаний	ФГБНУ «Росинформагротех»	
Режим работы:	Периодический, с автоматическим регулированием подогрева	
Урожайность, кг/ м ² - томаты - огурцы	Нет данных	2,54 6,63
Эксплуатационно-технологические коэффициенты:	То же	Не определялись
Количество обслуживающего персонала, чел., в т ч. оператор	-«-	1

Эксплуатационно-технологическая оценка проведена по ГОСТ Р 52778-2007.

3.5.2 Анализ эксплуатационно-технологических показателей

Эксплуатационные испытания системы подогрева грунта Green Vox Agro с целью определения эксплуатационно-технологических коэффициентов не проводились в связи с полной автоматизацией технологического процесса – поддержания установочной температуры почвы системой обогрева.

Остальные составляющие эксплуатационно-технологических показателей опытного и контрольного вариантов были идентичны.

Условия испытаний соответствовали требованиям технического задания.

Нарушений технологического процесса (обогрева) не наблюдалось, и коэффициент надежности технологического процесса можно принять равным 1,00 (по ТЗ – данных нет).

Система подогрева грунта Green Vox Agro надежно выполняет технологическую операцию подогрева грунта, за время испытаний технических отказов не наблюдалось.

3.6 Показатели безопасности и эргономичности конструкции устройства

Показатель (по ТЗ, ТУ, ССБТ и стандартам СЧМ)	Значение показателя		Заключение о соответствии
	По НД	По данным испытаний	
1	2	3	4
Требования к электробезопасности машины*	ГОСТ 12.2.007.0-75(2001) п. 3.1.2 Изделия, создающие электромагнитные поля, должны иметь защитные элементы...	Электромагнитное излучение кабелей установки в работе отсутствует. Кабели имеют защитный экран	Соответствует
	ГОСТ 12.2.007.0-75 п. 3.1.5 Электрическая схема изделия должна исключать возможность его самопроизвольного включения и отключения	Требование выполняется. Конструкция электрической схемы устройства исключает его самопроизвольное включение и выключение	Соответствует
	ГОСТ 12.2.007.0-75 п. 3.1.6 Расположение и соединение частей изделия должны быть выполнены с учетом удобства и безопасности при выполнении сборочных работ... и обслуживания	Все электромонтажные, соединительные и контрольно-управляющие узлы и детали системы легкодоступны и имеют полную обзорность	Соответствует

1	2	3	4
	ГОСТ Р МЭК 60204-1-99 п. 4.3.2, 4.3.3 Питание электроэнергией переменного тока: напряжение 0,9-1,1 номинального значения, частота 0,99-1,01 номинального значения;	Требование выполняется. Электрооборудование устройства запитывается от бытовой сети на 220 ± 5 В, 50 Гц, с автоматическим отключением превышения нагрузки	Соответствует
	ГОСТ Р МЭК 60204-1-99 п. 5.1 Рекомендуется подсоединять электрооборудование к одному источнику питания	Требование выполняется. система подключается к одному источнику	Соответствует
	ГОСТ Р МЭК 60204-1-99 п. 5.3.2 Устройство отключения питания должно быть... выключатель-разъединитель по ГОСТ 30011.3 или одним из перечисленных в п 5.3.2, обозначенный согласно п. 5.3.3	Требование выполняется. Выключатели на блоке терморегулирования имеются с маркировкой, согласно п. 5.3.3	Соответствует
	ГОСТ Р МЭК 60204-1-99 п. 6.3.2 Меры, исключающие случайное появление опасного напряжения: использование оборудования II класса изоляции	Система имеет соединительные кабели с двойной изоляцией и электронные блоки защищены кожухами, можно отнести ко II классу защиты	Соответствует

1	2	3	4
	ГОСТ Р МЭК 60204-1-99 п. 6.3.3 Защита автоматическим отключением питания...	Электрические цепи и электронные блоки защищены от перегрузочных токов предохранителями на 2А в блоке терморегулятора	Соответствует
	ГОСТ Р МЭК 60204-1-99 п. 10.2.1 Предпочтительными цветами для клавиш ВКЛ./ВЫКЛ. Является белый-серый-черный, но не красный...	Клавиши вкл./выкл. силового напряжения на блоке имеют серый с черным цвет	Соответствует
	ГОСТ Р МЭК 60204-1-99 раздел 13 Кабели и провода	Соединительные кабели устройства имеют скрученную медную жилу в 1,5-2,0 мм ² и покрыты двойной ПВХ изоляцией, что соответствует требованиям раздела 13 для нагрузки до 300 Вт	Соответствует

* Согласно классификации ГОСТ 12.2.007.0-75 и ГОСТ Р 51350-99 система подогрева грунта Green Box Agro может классифицироваться как электротехническое изделие и соответствует II классу по уровню электрозащиты и не нуждается в заземлении.

Оценка безопасности и эргономичности конструкции проведена по ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ Р МЭК 60204-1-99.

3.6.1 Анализ показателей безопасности и эргономичности конструкции устройства

При проведении оценки безопасности системы подогрева грунта Green Vox Agro не отмечено несоответствий требований ССБТ.

3.7 Показатели надежности

Показатель	Значения показателя по	
	ТЗ	Данным испытаний
Дата испытаний	24.04-30.10.2013 г.	
Место испытаний	ФГБНУ «Росинформагротех»	
Режим работы:		
Наработка, часы основной работы	Не менее 50	222
Общее количество отказов, в т.ч. по группам сложности:	Нет данных	Отказы отсутствуют
I	То же	То же
II	-«-	-«-
III	-«-	-«-
Наработка на отказ общая, не менее, ч в т.ч. по группам сложности:	-«-	-«-
I	-«-	-«-
II	-«-	-«-
III	-«-	-«-
Среднее время восстановления, ч/отказ	-«-	-«-
Коэффициент готовности, не менее:		
- по оперативному времени	0,99	1
- с учетом организационного времени	0,95	1
I Показатели приспособленности машины к ТО		
Трудоемкость ежемесячного ТО, чел.-ч	Не обслуживаемая	
II Показатели приспособленности машины к ТР		
Удельная суммарная трудоемкость устранения отказов и повреждений, чел.-ч/ч	1	Отказы отсутствуют
Удельная суммарная оперативная трудоемкость устранения отказов и повреждений, чел.-ч/ч	То же	То же

3.7.1 Заключительная техническая экспертиза

После набора объема в 222 ч основного времени система подогрева грунта Green Vox Agro находится в работоспособном состоянии.

3.7.2 Анализ показателей надежности

Показатели надежности за период испытаний определялись, исходя из общей наработки системы подогрева грунта Green Vox Agro, которая составила 222 ч основного времени при плане 50 ч.

За период испытаний отказов и повреждений устройства не наблюдалось.

Коэффициенты готовности по оперативному времени и с учетом организационного времени получены равными 1 (по ТЗ – 0,99 – 0,95).

Результаты заключительной технической экспертизы показали, что после набора объема в 222 ч основного времени система подогрева грунта Green Vox Agro находится в работоспособном состоянии.

Оценка надежности проведена по СТО АИСТ 2.8-10, СТО АИСТ 2.9-10, СТО АИСТ 2.10-10.

3.8. Экономическая оценка

Базовым вариантом оценки системы Green Vox Agro является выращивание овощных культур – томатов и огурцов в теплице без искусственного подогрева почвы. Опытный вариант — выращивание томатов и огурцов с использованием системы подогрева грунта Green Vox Agro.

При использовании системы подогрева почвы Green Vox Agro возрастают эксплуатационные затраты, в основном, на амортизацию системы и на электроэнергию. Но, исходя из результатов агротехнической оценки, возрастает и продуктивность выращиваемых культур, что, в свою очередь, оказывает влияние на эффективность системы Green Vox Agro.

Затраты средств на оплату труда обслуживающего персонала при выращивании овощных культур в обеих теплицах одинаковы и при расчетах могут не учитываться. Общий расчет экономической эффективности проводим по огурцам, как наиболее урожайной культуре в данном опыте (раздел 3.3, таблица 2). Средняя цена реализации в июле - 40 руб./кг.

Прямые эксплуатационные затраты на единицу площади:

$$И = З + Г + З + Р + А + Ф, \quad (2) \quad \text{ГОСТ Р 53056-2008}$$

где $З$ — затраты средств на оплату труда обслуживающего персонала, руб./ м²; одинаковые в опыте и контроле, принимаем = 0.

$Г$ — затраты средств на электроэнергию, руб./ м²;

$Р$ — затраты средств на ремонт и техническое обслуживание, руб./ м²;

$А$ — затраты средств на амортизацию, руб./ м²;

$Ф$ — прочие прямые затраты средств – одинаковые в опыте и контроле. Примем их равными 0% от прямых затрат.

В опытном варианте прямые эксплуатационные затраты, как отмечено выше, приходятся на электроэнергию и амортизацию системы.

Затраты средств на электроэнергию вычисляем по формуле:

$$Г = q_m \cdot Ц_t, \quad (4) \quad \text{ГОСТ Р 53056-2008}$$

где q_m — удельный расход электроэнергии, кВт·ч/м²

Согласно энергооценке, $q_T = 23,3$ кВт·ч/м² (см. раздел 3, табл. 3.4).

C_T — цена 1 кВт·ч электроэнергии, руб./кВт·ч. $C_T = 3,74$ руб./кВт·ч.
С учетом НДС (18%), $C_T = 3,74 \cdot 1,18 = 4,41$ руб./кВт·ч;

$$Г = 23,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^2 \cdot 4,41 \text{ руб.} / \text{кВт} = 102,7 \text{ руб.} / \text{м}^2$$

Затраты средств на амортизацию вычисляем по формуле:

$$A = \frac{B\alpha}{W_{\text{эк}} T_3} \quad (9) \quad \text{ГОСТ Р 53056-2008}$$

где B_a — розничная цена комплекта для одной секции (на 2 м²), руб., $B = 1500$ руб.;
($B = 750$ руб./м²).

α — коэффициент отчислений на амортизацию техники. При сроке полезного использования 10 лет (определено поставщиком согласно ТЗ) $\alpha = 1/10 = 0,1$;

$W_{\text{эк}}$ — производительность в час эксплуатационного времени.

Поскольку система Green Vox Agro работает в автоматическом режиме, $W_{\text{эк}} = 1$.

T_3 — годовая фактическая загрузка системы, ч. Работа системы в течение вегетационного периода, согласно испытаниям составила 222 ч.

$$A = \frac{750 \text{ руб.} \cdot 0,1}{1 \cdot 222 \text{ ч}} = 0,38 \text{ руб.} / \text{м}^2$$

Затраты на ремонт и техническое обслуживание примем в размере 30% от затрат на амортизацию.

$$P = 0,38 \text{ руб.} / \text{м}^2 \cdot 0,3 = 0,1 \text{ руб.} / \text{м}^2$$

$$I_{\text{новая}} = (0 + 102,7 + 0,2 + 0,68 + 0) = 103,2 \text{ руб.} / \text{м}^2.$$

$$I_{\text{б(базовая)}} = Z_6 + Г_6 + P_6 + A_6 + \Phi_6 = (0+0+0+0+0) = 0$$

Совокупные затраты денежных средств на м², ($I_{\text{с.з.}}$), руб./м²;

$$I_{\text{с.з.}} = (I + I_{\text{к.п.}} + I_{\text{у.т.}} + I_3), \quad (1) \quad \text{ГОСТ Р 53056-2008}$$

где I — прямые эксплуатационные затраты денежных средств, руб./м²;

$I_{\text{к.п.}}$ — затраты средств, учитывающие изменение (убыток) количества и качества продукции, руб./м². По базовому варианту, $I_{\text{к.п.}} = (6,63 \text{ кг} / \text{м}^2 - 3,29 \text{ кг} / \text{м}^2) \cdot 40 \text{ руб.} = 133,6 \text{ руб.}$

$I_{y.t}$ — затраты средств, учитывающие уровень условий труда обслуживающего персонала, руб./ м², $I_{y.m} = 0$ (в обоих вариантах).

I_s — затраты средств, учитывающие отрицательное воздействие на окружающую среду, руб./ м². $I_s = 0$ (в обоих вариантах).

$$I_{c.z.b.} = I + I_{k.n} = 0 + 133,6 = 133,6 \text{ руб./ м}^2 \text{ (базовая технология),}$$

$$I_{c.z.n.} = 103,2 \text{ руб./ м}^2 \text{ (новая технология).}$$

Годовую экономию совокупных затрат денежных средств от применения новой технологии $\mathcal{E}_{z.n.}$, руб., вычислим по формуле:

$$\mathcal{E}_{z.n.} = F [(I_{c.z.b.} - C_{ост.б.}) - (I_{c.z.n.} - C_{ост.н.})], \quad (25) \quad \text{ГОСТ Р 53056-2008}$$

где F — объем продукции в год, кг/м² и, по новой технологии, $F = 6,63 \text{ кг/м}^2$.

$I_{c.z.b.}$, $I_{c.z.n.}$ — совокупные затраты денежных средств, включающие в себя прямые эксплуатационные затраты, значение величины убытка от снижения количества продукции, соответственно по контрольной (базовой) и опытной (новой) технологии, руб./ м²;

$C_{ост.б.}$, $C_{ост.н.}$ — удельная остаточная стоимость системы, руб./ м².

Без учета остаточной стоимости ($C_{ост.б.}$, $C_{ост.н.}$ примем равными нулю):

$$\mathcal{E}_{z.n. \text{ секции}} = 6,63 (133,6 \text{ руб./м}^2 - 103,2 \text{ руб./м}^2) = 201,5 \text{ руб./год, на м}^2.$$

Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений по новой технологии $T_{ок}$ вычислим по формуле:

$$T_{ок} = \frac{B_n}{\mathcal{E}_{z.n.}}, \quad (29) \quad \text{ГОСТ Р 53056-2008}$$

$$T_{ок} = \frac{750 \text{ руб.}}{201,5 \text{ руб./год}} = 3,7 \text{ года}$$

Полученные данные сведены в таблицу:

Показатель	Значение показателя по:	
	ТЗ	Данным испытаний
Затраты труда, чел.-ч/ м ²	Данных нет	не учитывается
Удельный расход электроэнергии кВт/ м ²	Данных нет	23,3
Розничная цена секции системы Green Vox Agro, по данным изготовителя (с НДС), руб.	1500	
Годовой экономический эффект, руб./ м ²	Данных нет	201,5
Срок окупаемости дополнительных капитальных вложений, лет	Данных нет	3,7

Экономическая оценка проведена по ГОСТ Р 53056-2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки».

3.8.1 Анализ экономической оценки

Проведенная экономическая оценка выявила, что использование системы подогрева грунта Green Vox Agro в тепличном хозяйстве, при явной агротехнической эффективности, также экономически эффективно и составляет, согласно расчетам, 201,5 руб. годовой экономии при сроке окупаемости дополнительных затрат в 3,7 года.

3.9 Перечень несоответствий устройства требованиям ТЗ

Несоответствий требованиям технического задания при испытании системы подогрева грунта Green Box Agro не выявлено.

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ИСПЫТАНИЙ

Испытания системы подогрева грунта Green Vox Agro проводились в ФГБНУ «Росинформагротех». Условия испытаний были типичными для зоны деятельности ФГБНУ «Росинформагротех».

Результаты испытаний системы подогрева грунта Green Vox Agro показали следующее.

1. Система подогрева грунта Green Vox Agro выполняет технологический процесс подогрева грунта в условиях теплицы в соответствии с требованиями ТЗ.

2. Использование системы подогрева грунта Green Vox Agro позволяет увеличить вегетационный период выращивания овощных культур в условиях теплиц с пленочным или поликарбонатным ограждением и получить прибавку урожайности до 101 % (в зависимости от культуры) по сравнению с теплицами без принудительного обогрева почвы.

3. Годовой экономический эффект от применения системы подогрева грунта, при выращивании огурцов, составила 201,5 руб. на 1 м².

4. Система соответствует требованиям ССБТ.

5 ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

В результате приемочных испытаний системы подогрева грунта Green Vox Agro выявлено следующее.

1. Система подогрева грунта Green Vox Agro, по техническим характеристикам и качественным показателям технологического процесса подогрева грунта соответствует требованиям ТЗ.

2. Система подогрева грунта Green Vox Agro является эффективным средством в производстве овощной продукции в условиях защищенного грунта, обладающая всеми современными требованиями к экологически чистым и ресурсосберегающим технологиям.

Испытанный образец соответствует требованиям НД по показателям назначения, надежности и безопасности, вписывается в технологию производства с/х продукции и рекомендуется к применению в сельскохозяйственном производстве.

Директор

Заместитель директора,
заведующий центром испытаний

Ведущий научный сотрудник

Представитель организации-
разработчика



В.Ф. Федоренко

В.Т. Селиванов

О.Д. Пискунов

Приложение А

Список используемой методической литературы

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., Колос, 1968, 335 с.

**Оценка эффективности изменений, внесенных
в устройство, по сравнению с ранее испытанным образцом
и в процессе испытаний**

Система подогрева грунта Green Box Agro испытывалась в ФГБНУ «Росинформагротех» впервые.

Изменения в конструкцию системы в процессе испытаний не вносились.

Приложение В

Технические средства проведения испытаний

Наименование определяемой характеристики, параметра	Наименование, марка испытательного оборудования, прибора, его номер, ГОСТ	Дата аттестации, поверки испытательного оборудования, прибора
Линейные размеры устройства, теплицы, мм	Линейка металлическая, ГОСТ 427-75, № 1; Рулетка ЗПКЗ-20БУЛ/1, ГОСТ 7502-98, № 1;	27.07.2012 г. 27.07.2012 г.
Масса устройства, кг	Весы лабораторные электронные ARC 120, ГОСТ 29329-92	31.05.2013 г.
Масса плодов, грамм	Весы лабораторные электронные ARC 120, ГОСТ 29329-92	31.05.2013 г.
Линейные размеры плодов, мм	Штангенциркуль ШЦ-1-150	27.07.2012 г.
Температура воздуха, °С	Термогигрометр testo 605Н	03.08.2012 г.
Относительная влажность воздуха, %	Термогигрометр testo 605Н	03.08.2012 г.
Температура почвы, °С	Термогигрометр testo 905-Т1	30.03.2012 г.
Электрические характеристики, потребляемая мощность, Вт	Мультиметр МУ-65	27.07.2012 г.
Учет потребленной электроэнергии, кВт	Счетчики электромеханические СО-И446М	
Трудоемкость при работе с устройством, чел./ч, хронометраж процесса монтажа	Секундомер СОС-Пр-26-2;	18.09.2012 г.
Измерения сопротивления изоляции кабелей	Мегаомметр М1101М	27.07.2012 г.