

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ ТУР**

Таблица заполняется жюри

№ задания	Балл	Проверил	Балл	Проверил	Итого
1	4	Bh	4	<i>[Signature]</i>	4
2	1	Bh	1	<i>[Signature]</i>	1
3	1	Bh	1	<i>[Signature]</i>	1
4	1	Bh	1	<i>[Signature]</i>	1
5	2	Bh	2	<i>[Signature]</i>	2
6	3	Bh	3	<i>[Signature]</i>	3
7	4	Bh	4	<i>[Signature]</i>	4
8	2	Bh	2	<i>[Signature]</i>	2
9	4	Bh	4	<i>[Signature]</i>	4
10	45	Bh	45	<i>[Signature]</i>	45
11	1	Bh	1	<i>[Signature]</i>	1
12	1	Bh	1	<i>[Signature]</i>	1
13	3	Bh	3	<i>[Signature]</i>	3
14	1	Bh	1	<i>[Signature]</i>	1
15	2	Bh	2	<i>[Signature]</i>	2
16	2	Bh	2	<i>[Signature]</i>	2

*Уч. пер. Bh*

ШИФР				
Э	1	1	1	8

ЛИНИЯ ОТРЕЗА ✂

Уважаемый участник! Перед выполнением конкурсной работы заполните аккуратно и разборчиво, без помарок и зачёркиваний

$36 + 1 = 37$   
*Bh*

**Внимание!**

Оценивание работ конкурсантов производится **ЦЕЛЫМИ** числами. Дробные числа для оценивания работ как теоретического, так и проектного туров **НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ**.

Максимальное количество баллов за сообщение - 18

Всего количество баллов за проектный тур - 38

ФИО Ведурова Ирина Николаевна

Территория, ОО: Майковский р-н, МБОУ "Сам №10"

Название работы: Мониторинг уроческой деятельности на предмет карманных карт и их использования сортиров отходов, выраженных на предприятии ООО "Искра Майковского"

**шкала оценки сообщений**

Показатели		Градации	Баллы
выступление	1. Соответствие сообщения заявленной теме, цели и задачам проекта	соответствует полностью	2
		есть несоответствия (отступления)	1
		в основном не соответствует	0
	2. Структурированность (организация) сообщения, которая обеспечивает понимание его содержания	структурировано, обеспечивает	2
		структурировано, не обеспечивает	1
		не структурировано, не обеспечивает	0
	3. Культура выступления - чтение с листа или рассказ, обращенный к аудитории	рассказ без обращения к тексту	2
		рассказ с обращением к тексту	1
		чтение с листа	0
	4. Доступность сообщения о содержании проекта, его целях, задачах, методах и результатах	доступно без уточняющих	2
		доступно с уточняющими вопросами	1
		недоступно с уточняющими	0
	5. Целесообразность, инструментальность наглядности, уровень её использования	целесообразна	2
		целесообразность сомнительна	1
		не целесообразна	0
	6. Соблюдение временного регламента сообщения (не более 7 минут)	соблюдён (не превышен)	2
		превышение без замечания	1
		превышение с замечанием	0
дискуссия	7. Чёткость и полнота ответов на дополнительные вопросы по существу сообщения	все ответы чёткие, полные	2
		некоторые ответы нечёткие	1
		все ответы нечёткие/неполные	0
	8. Владение специальной терминологией по теме проекта, использованной в сообщении	владеет свободно	2
		иногда был неточен, ошибался	1
		не владеет	0
	9. Культура дискуссии - умение понять собеседника и аргументировано ответить на его вопросы	ответил на все вопросы	2
		ответил на большую часть вопросов	1
		не ответил на большую часть вопросов	0

16

Всего баллов: 32

Проверил:

Селиванов С.А.

Новиков

Внимание! Оценивание работ конкурсантов производится ЦЕЛЫМИ числами. Дробные числа для оценивания работ как теоретического, так и проектного туров НЕ ИСПОЛЬЗУЮТСЯ.

Максимальное количество баллов за рукопись проекта - 20


шкала оценки рукописи проекта		
Показатели	Градация Баллы ^	
1. Обоснованность и актуальность темы проекта - целесообразность аргументов, подтверждающих актуальность темы проекта	обоснована; аргументы целесообразны	2
	обоснована; целесообразна часть	1
	не обоснована, аргументы отсутствуют	0
2. Конкретность, ясность формулировки цели, задач, а также их соответствие теме проекта	конкретны, ясны, соответствуют	2
	неконкретны, неясны или не соответствуют	1
	цель и задачи не поставлены	0
	явно нецелесообразна или отсутствует	0
3. Теоретическая значимость обзора - представлена и обоснована модель объекта, показаны её недостатки	модель полная и обоснованная	2
	модель неполная и слабо обоснованная	1
	модель объекта отсутствует	0
4. Значимость работы для оценки возможного экологического риска в рассматриваемой области	приведена оценка экологического риска	2
	оценка экологического риска частична	1
	нет оценки экологического риска	0
5. Значимость работы для снижения возможного экологического риска в рассматриваемой области	предлагаются мероприятия для снижения	2
	снижение риска рассматриваются фрагментарно	1
	снижение риска не рассматривается	0
6. Обоснованность методик доказана логически и/или ссылкой на авторитеты и/или приведением фактов	применение методик обосновано	2
	методики обоснованы не достаточно	1
	методики не обоснованы	0
7. Наглядность (многообразие способов) представления результатов - графики, гистограммы, схемы, фото	использованы все возможные способы	2
	использована часть способов	1
	использован только один способ	0
8. Дискуссионность (полемичность) обсуждения полученных результатов с разных точек зрения, позиций	приводятся и обсуждаются разные позиции	2
	разные позиции приводятся без обсуждения	1
	приводится и обсуждается одна позиция	0
9. Соответствие содержания выводов содержанию цели и задач	соответствуют; гипотеза оценивается	2
	частично; гипотеза только упоминается	1
	не соответствуют; гипотеза не оценивается	0
10. Оформление рукописи (введение, лит. обзор, материалы и методы, результаты, обсуждение, выводы, литература)	грамотно структурирована (все разделы)	2
	имеются не все разделы, неуд. список лит-	1
	оформлена небрежно	0



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

Э 11-18

естественных фанов, он может защищать несколько  
женонических или, его шимелность растений женониче-  
сильно.

Балл: 1	1	Проверил: 	B.H
---------	---	---	-----


Задание 3

Приведите два положения. За положение от 0 до 2 баллов. Ответьте на вопрос.  
За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1. Реакция организмов на непрерывное воздействие -  
разрастание и регресс (характерно для всего  
живого (разрастание)). Простая форма поведения

2. Регресс (х-н для более высоко организованных особей);  
сложная форма поведения зафиксированного поведения  
в ответ на изменение условий среды (разрастание)

3. Да, среда оптимальна для жизни. Она превосходит  
благодаря действию движущего отбора и приводит  
либо к срыву, либо к расширению зоны оптимальной  
жизни.


Балл: 1	1	Проверил: 	B.H
---------	---	---	-----

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

## Задание 4

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1.	При увеличении численности популяции остро идет борьба за существование, половой отбор, возрастает число больших особей, что естественно приводит к уменьшению численности до нормы.
2.	При уменьшении численности увеличивается число свободных ресурсов, ослабевает конкуренция, половой отбор, стабилизируется как численность популяции

Балл:	1	1	Проверил:		Bh
-------	---	---	-----------	---	----

## Задание 5

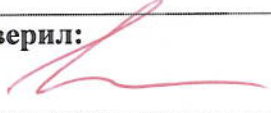
Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 8 баллов.

1.	Сдвиг в наступлении времени года. Лето длится дольше, а зима наступает наступать позднее.
2.	Причина - глобальное потепление.
3.	Глобальное потепление приводит не только к фенологическим сдвигам, но и к таянию ледников, что несет за собой повышение уровня мирового

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

Э 11-18

океана, выкор реи чз берегов, загрязнение городов и городов.  
4. Управленческие решения могут усугубить экономические проблемы и их последствия


Балл: 2 2	Проверил:  В.Н.
-----------	---

Задание 6

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. Организация, имеющая более узкую нишу<sup>(специализацию)</sup>, испытывает затруднения при изменении условий среды, или трудно выйти за пределы своей ниши и переоборудоваться, что может привести к их гибели.

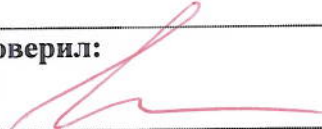
2. Организация, имеющая более широкую экономическую нишу (экономическая), более подвержена конкуренции (за нишу, воду, свет). В итоге, если один из факторов окажется в недостатке (закон Либиха), они погибнут.

Балл: 3 3	Проверил:  В.Н.
-----------	---

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

## Задание 7

Ответьте на вопрос. За вариант от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1.	Если два биологических вида, оказавшихся на одной территории, занимают сходные экологические ниши, то один из видов - конкурентов будет вытеснен более сильным видом. (принцип конкурентного исключения Гаузе)
2.	Если два биологических вида, оказавшихся на одной территории, будут занимать различные экологические ниши, то они смогут сосуществовать независимо друг от друга.
Балл:	4 4
Проверил:	 Bh

## Задание 8

Ответьте на вопрос и приведите три условия. За ответ на вопрос и каждое положение от 0 до 2 баллов. Всего за задание 8 баллов.

1.	Для каждого вида характерна своя численность и примерная численность популяции (принцип Амина), наличие ограничивающей ресурс (особенно для одной экологической ниши), можно сказать, что увеличение численности одного вида в системе затруднительно.
2.	Увеличение <sup>приведет</sup> ресурсов, необходимых для существования вида. Это приведет к снижению внутривидовой конкуренции и сокращению, увеличению числа особей.
3.	Создание благоприятных условий для существования вида (свет, влажность).



ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

4. Воспращивание здоровья растений и уменьшение антропогенного влияния привели к закреплению здоровья лесов и естественному разнообразию

Балл: 2 2 Проверил: B, h

Задание 9

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. Животными более важным на ранних этапах развития жизни является гемоглобин, он привнес и превалирует в природе биохимического круговорота веществ и биохимических обменных процессов (наличие почвы)

2. На более поздних этапах обильно увеличилось количество фотосинтеза, благодаря ему стало возможным появление свободной  $O_2$  и накопление вод в атмосфере, что привело к образованию озонового слоя и выхождению кислорода на сушу. ~~А также~~ А также это обеспечило появление окислительного дыхания, что привнес более разнообразия и здоровья.

+ Именно фотосинтез является первым звеном в цепи питания (настойчивость)

Балл: 4 4 Проверил: B, h

Э 11-18

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

**Задание 10**

Ответьте на вопрос. Приведите три положения. За положение от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1.	Обнащаются залежи торфа (которые при обычных условиях были скрыты от солнца), что может привести к их возмалоению и обеспечению какой-либо экологической проблемы как лесной пожар.
2.	Многие виды, обитающие в болоте, привели к снижению биоразнообразия за счет деградации, а также нарушению цепи питания.
3.	Изменение водного режима территории привели к гибели растений, обитавших на берегу водоема.

Балл: 4+1 4+1	Проверил:  В.В.
---------------	-----------------

Искр Верхово Р.К.

**Задание 11**

Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 2 балла.

	Более крупные и широкие становятся своеобразными биоиндикаторами, они очень чувствительны к изменениям в кислотности (изменение численности птиц, зафиксирован), что приводит к снижению их численности или ухудшению состояния популяции.
--	--

Балл: 1	Проверил:  В.В.
---------	-----------------

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

Э 11-18

Задание 12

Приведите два положения. За положение от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. При продвижении из низких широт в высокие биоразнообразие уменьшается, т.к. условия среды становятся более суровыми (можно применить принцип Гейгера)
2. Среди пиковых: чем выше, тем более преобладают коническо-овальные формы.  
Среди речных: чем выше, тем более преобладают извилистые формы.

Балл:	1	Проверил:	B. h
-------	---	-----------	------

Задание 13

Приведите два положения. За положение от 0 до 2 баллов. Ответьте на вопрос. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1. Функции биологического разнообразия на высоком уровне:
- 1) Максимальные условия среды (кислота, влажность, свет)
  - 2) Наличие большого количества ресурсов для жизни, обеспечивает равновесие пищевых сетей, снижает конкуренцию между и внутри видов.
- 2.

Э 11-18

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

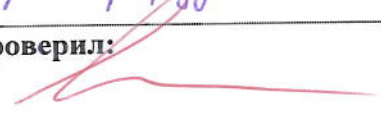
3. 1) Неблагоприятные условия среды (низкая температура большую часть года, промерзшие почвы, мало доступной влаги ...)  
2) Малое количество пищевых ресурсов (мало растений (концентриров)) → мало продуцентов → мало редуцентов.

Балл: 3 3 Проверил:  В/к

**Задание 14**

Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. Развившие страны стали развитыми благодаря появлению в них производства. Для промышленности требовалось сырье, которое человек в огромных количествах брал из природы, а возвращал все лишь в виде вредных отходов ( $SO_2$ , парник. газы) (сильнее загрязняет, парни. эффект, эффект).  
2. Экономический кризис можно миновать, если «экономизировать» производство: использовать не природное сырье, а возобновляемые ресурсы, для получения энергии браться не углем, а энергией солнца или ветра (альтернативные источ. энергии) + нужно повысить уровень национальной самосознания, понимая то, что нужно беречь природу

Балл: 1 1 Проверил:  В/к

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
11 КЛАСС

Э 11-18

Задание 15

Приведите три положения. За положение от 0 до 2 баллов. Всего за задание 6 баллов.

1. Во многих развивающихся странах (ест. Африки, Юго-Восточной Азии) преобладает устаревший природный состав, ошеломляющее биоразнообразие, которого нет в развитых странах.

2. Развивающиеся страны зависят не только от производства, но не менее из них получают важнейшую экологическую услугу, у них нет достаточного осознания важности сохранения биоразнообразия.

3. Экономическое производство достаточно высоко: альтернативные источники энергии и системные меры являются очень выгодными экономически, у развивающихся стран нет достаточных денег на это.

Балл:

2

2

Проверил:

Вн

ВСЕРОССИЙСКАЯ ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ ПО ЭКОЛОГИИ  
 РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭТАП - 2019 ГОД  
 11 КЛАСС

ЭИ-18

Задание 16  
 Ответьте на вопросы. За ответ от 0 до 2 баллов. Всего за задание 4 балла.

1. Чем богаче население, тем больше оно может позволить себе экологическое производство: использование альтернативных источников энергии, замена устаревшего оборудования и переработка отходов.
2. Чем выше образованно население, тем более развитый уровень самознания, ответственности за себя и свои действия, осознание того, что наша жизнь одна и нужно охранять её для потомков (во всех сферах населения). Также образованное население может предложить новые, более экологичные, меры по борьбе с источниками энергии, системы для производства.

Балл:	2	Проверил:	
-------	---	-----------	--

**Региональный этап всероссийской олимпиады школьников по экологии**

**ФИО: Ведрова Ирина Николаевна**

**Территория: Чайковский муниципальный район**

**Образовательная организация: Муниципальное автономное  
общеобразовательное учреждение «Средняя общеобразовательная  
школа № 10»**

**Исследовательская работа по теме: «Мониторинг урожайности  
партенокарпических и пчелоопыляемых сортов огурцов,  
выращиваемых на предприятии ООО «Теплицы Чайковского»  
Класс: 11**

**ФИО руководителя работы: Пархоменко Надежда Степановна, учитель  
биологии МАОУ СОШ № 10**

**ФИО консультанта: Салямова Ольга Юрьевна, главный агроном ООО  
«Теплицы Чайковского»**

Пермь, 2018

**Краевой этап Всероссийской олимпиады по экологии**  
Управление общего и профессионального образования администрации  
Чайковского муниципального района Пермского края  
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение  
«Средняя образовательная школа № 10»  
**Новый образовательный центр**

*Номинация «Агроэкология»*

**МОНИТОРИНГ УРОЖАЙНОСТИ  
ПАРТЕНОКАРПИЧЕСКИХ И ПЧЁЛООПЫЛЯЕМЫХ  
СОРТОВ ОГУРЦОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ НА  
ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ТЕПЛИЦЫ ЧАЙКОВСКОГО»**

**Автор:**

Ведрова Ирина Николаевна,  
ученица 11 «5» класса  
МАОУ «СОШ №10» (НОЦ)

**Руководитель:**

Пархоменко Надежда Степановна,  
учитель биологии  
МАОУ СОШ №10 (НОЦ)

**Консультант:**

Салямova Ольга Юрьевна,  
главный агроном ООО «Теплицы  
Чайковского»

г. Чайковский, 2018.



## Содержание

Введение	4
<b>Глава 1. Обзор литературы</b>	<b>7</b>
1.1 Способы размножения огурцов	7
1.2 Солнечная радиация	7
1.3.Зависимость урожайности от интенсивности фотосинтеза	8
1.4 Понятие о биологическом методе борьбы и его эффективности	9
1.4 Математические модели и их использование в биологии	10
<b>Глава 2. Методика и материалы</b>	<b>12</b>
2.1 Характеристика объектов исследования	12
2.2 Методика определения количества солнечной радиации	13
2.3 Мониторинг очагов заражения паутинным клещом	14
2.4 Построение математической модели «Акарифаг - Паутинный клещ»	14
2.4.1 Модель неограниченного роста	15
2.4.2 Модель ограниченного роста	15
<b>Глава 3. Результаты исследований</b>	<b>16</b>
3.1 Обоснование выбора насекомых – опылители	16
3.2.Сравнение урожайности огурцов в зависимости от вида полового размножения	16
3.3 Зависимость урожайности огурцов от накопленной солнечной радиации	18
3.4 1 Мониторинг очагов заражения и результатов расселения акарифагов	19
3.4.2 Анализ урожайности партенокарпических огурцов сорта «Эффект» в зависимости от применения акарифагов	19
3.4.3 Анализ урожайности насекомоопыляемых огурцов сорта	22

«Эстафета» в зависимости от применения акарифагов	
3.5 Результаты построения математической модели «Хищник-жертва»	23
Заключение и выводы	26
Список литературы	28
Приложение 1. Фотоматериал, демонстрирующий этапы проведения исследования	30
Приложение 2. Таблицы урожайности огурцов в зависимости от различных показателей; таблицы программ по биозащите огурцов; графики зависимости урожайности от количества накопленной солнечной радиации	34
Приложение 3. Описание и принцип эксплуатации датчика солнечной энергии FSR – 406.2	43

## Введение

**Актуальность:** Овощи, в том числе и огурцы, являются самым простым и доступным источником витаминов. Также они содержат минеральные соли, ферменты и биологические вещества, необходимые для организма человека. Овощи являются источником здоровья, долголетия и получения позитивных эмоций.

К сожалению, в Российской Федерации потребление овощей далеки от нормы: по статистике, на человека должно приходиться 120 -130 кг овощной продукции в год. В России это число равняется 76 кг, японцы потребляют 122 кг в год, американцы - 128, французы -134, а больше всех употребляют поляки -152 кг.

Данная работа рассматривает возможность решения глобальной экологической проблемы и риска, связанной с нехваткой продовольствия и получения экологически чистых продуктов питания.

Авторы работы рассматривают один из путей снижения экологического риска – развитие такой отрасли как тепличное хозяйство и поддержка отечественного производителя.

Одним из таких примеров является опыт выращивания овощей в ООО «Теплицы Чайковского» (фото 1), которое использует современные технологии производства. Данное предприятие находится в 10 км от г. Чайковский и является одним из основных поставщиков овощной продукции в крае. На прилавках овощных магазинов можно увидеть продукцию ООО «Теплицы Чайковского»: огурцы, томаты, различную зелень – укроп, базилик, петрушку и салат. Продукция пользуется спросом, так как поступает в продажу сочная и свежая, она зарекомендовала себя как экологически чистая.

**Ценность** данной работы заключается в том, что автор исследует данную проблему на краеведческом уровне и является потребителем продукции данного предприятия. Вопросы здоровьесбережения лично значимы для автора и ее семьи.

Мы решили провести собственные исследования по выявлению влияния различных факторов на урожайность двух сортов огурцов. В качестве объектов исследования были выбраны:

1) Партенокарпический «ЭффектF1» (развитие плодов без опыления и оплодотворения) (фото 2).

2) Пчелоопыляемый «ЭстафетаF1» (развитие плодов с энтомофилией и последующим оплодотворением) (фото 3).

3) Паутинный клещ (*Tetranychus urticae*) (фото 4) и его естественные враги – Амлисейус калифорнийский (*Amblyseius californicus*) (фото 5) и Фитосейулюс (*Phytoseiulus persimilis*) (фото 6)

**Предмет исследования:** биология и экология вышеуказанных клещей, способы борьбы с вредителями, урожайность огурцов, способ полового размножения, урожайность огурцов, влияние насекомых-опылителей на урожайность огурцов, зависимость урожайности от количества накопленной солнечной радиации.

• **Цель** – сравнение урожайности партенокарпических и пчелоопыляемых сортов огурцов посредством мониторинга.

Для достижения цели были поставлены **задачи:**

1. Определить урожайность у пчелоопыляемых и партенокарпических огурцов с учётом месяца оборота.

2. Сравнить показатели урожайности двух сортов, сделать вывод о влиянии вида полового размножения огурцов на урожайность.

3. Определить уровень солнечной радиации по месяцам и выявить зависимость урожайности огурцов от количества накопленной солнечной радиации.

4. Овладеть методикой обнаружения вредителей и их подсчета.

5. Сделать вывод об эффективности применения акарифагов, исходя из результатов мониторинга.

6. Построить компьютерную модель по типу «Хищник – жертва» и спрогнозировать численности паутинного клеща.

- **Гипотеза.** Предполагаем, что: 1) Если для развития партенокарпического сорта «Эффект F1» не требуется опыление, то его урожайность будет выше.

- 2) Чем больше солнечной радиации, тем выше урожайность огурцов.

- 3) Использование биологического способа борьбы с паутинным клещом значительно повышает урожайность огурцов и делает продукцию экологически чистой.

- 4) Прогноз роста численности возможен в лабораторных условиях при использовании математических моделей.

Исследования проводились с 20.02.2016 по 20.07.2016 и в этот же период в 2017 - 2018 году.

Выражаем **благодарность** главному агроному предприятия – Салямовой Ольге Юрьевне, за профессиональные консультации, за помощь и контроль во время проведения исследований. А также Яковлевой Оксане и Бедулевой Юлии, выпускницам Нового образовательного центра, которые начали мониторинг в 2016 году.

**Перспектива.** На следующий год планируется изучить зависимость урожайности огурцов от субстратов, на которых их выращивают (кокосовая стружка, торф, минеральная вата).

Автор представленной работы самостоятельно готовила грунт для посадки, набивала маты субстратом, садила и подвязывала огурцы, участвовала в сборе и взвешивании плодов, заполняла журнал учёта по урожайности за оборот и фиксировала данные датчика солнечной радиации. Совместно с агрономом наблюдала за жизнью и работой пчёл и шмелей, овладела методикой подсчета очагов заражения паутинным клещом и расселения акарифагов. На основании полученных данных сделала выводы об урожайности выращиваемых сортов.

Данная работа является результатом прохождения профессиональной пробы и реализации ПРОграммы «ПРОпуск в ПРОфессию» по профессиональному самоопределению обучающихся НОЦ. В работе представлены результаты наблюдений за 3 года (2016-2018гг).

## Глава 1. Обзор литературы

### 1.1 Способы размножения огурцов

Огурцы - это растения с разнополыми цветками. Т.е. на одном растении огурца произрастают цветки разного строения. При одних из них - мужские или «тычиночные», которые имеют в наличии только тычинки, являющиеся мужскими генеративными органами; другие цветки женские или «пестичные», которые имеют только пестик, содержащий завязь с рыльцем [8].

Для огурцов характерно несколько видов полового размножения: партенокарпический, перекрёстное опыление и самоопыление. Известен и бесполой способ размножения огурцов – вегетативный, он осуществляется при помощи черенков и отводок.

**Партенокарпия** – вид полового размножения, при котором не происходит опыления, оплодотворение девственное, а плоды не образуют семян или их семена пустые, без зародышей [9].

**Энтомофилия** – этап полового размножения семенных растений, процесс переноса пыльцы с пыльника на рыльце пестика или на семяпочку при помощи насекомых, обеспечивающих перенос пыльцы с мужского цветка огурцов на женский. [10].

### 1.2 Солнечная радиация

Солнце посылает в мировое пространство колоссальное количество лучистой энергии: тепловой, световой, ультрафиолетовой.. Все солнечные лучи приходят на поверхность Земли параллельно друг другу, но так как Земля имеет шарообразную форму, солнечные лучи падают на разные участки ее поверхности под разными углами. Вся совокупность лучистой энергии, посылаемой Солнцем, называется **суммарной солнечной радиацией**, обычно она выражается в калориях или Джоулях на единицу поверхности в год. Солнечная радиация определяет температурный режим воздушной тропосферы Земли. [11].

Растения при участии пигментов хлорофилла, усваивают солнечную радиацию, преобразуя ее в углеводы, т.е. энергия солнца в растениях аккумулируется в виде энергии накопленного органического вещества. Органическое вещество растений составляет 90-96% от общей их биомассы, а потому становится понятным, насколько важную роль играет программирование урожая и система мер, направленных на оптимизацию фотосинтетической деятельности посевов.

Радиация, достигающая земной поверхности, состоит из прямой и рассеянной.

Радиация, приходящая на Землю непосредственно от Солнца в виде прямых солнечных лучей при безоблачном небе, называется **прямой**. Она несет наибольшее количество тепла и света. Если бы у нашей планеты не было атмосферы, земная поверхность получала только прямую радиацию.

Однако, проходя через атмосферу, примерно четвертая часть солнечной радиации рассеивается молекулами газов и примесями, отклоняется от прямого пути. Некоторая их часть достигает поверхности Земли, образуя **рассеянную солнечную радиацию**. Благодаря рассеянной радиации свет проникает и в те места, куда прямые солнечные лучи (прямая радиация) не проникают. Эта радиация создает дневной свет и придает цвет небу.[12]

### *1.3 Зависимость интенсивности фотосинтеза от солнечной радиации*

Зависимость скорости фотосинтеза от интенсивности света имеет форму логарифмической кривой (*рис. 1.*). Прямая зависимость скорости процесса от притока энергии наблюдается только при низких интенсивностях света. Фотосинтез начинается при очень слабом освещении

У многих светолюбивых растений максимальная (100%) интенсивность фотосинтеза наблюдается при освещенности, достигающей

половины от полной солнечной, которая, таким образом, является насыщающей. Дальнейшее возрастание освещенности не увеличивает фотосинтез и затем снижает его.

Фотосинтетическая функция зеленого растения лежит в основе формирования урожая. Первоначально представление о связи фотосинтеза растений с их продуктивностью базировалось на мнении о том, что между ними существует если не равенство, то прямая зависимость. Поэтому все усилия были направлены на установление этой зависимости количественно.

Постепенно выяснялось, что зависимость между фотосинтезом и урожаем значительно сложнее. Оказалось, что необходимо учитывать мощность развития фотосинтетического аппарата (ФСА) растения (площадь листьев, содержание хлорофилла), а также время его работы.

В течение длительного времени проводился активный поиск растений, имеющих повышенную интенсивность фотосинтеза, и пути управления этим процессом. Надо отметить, что стимуляция фотосинтеза, наблюдавшаяся сразу после повышения концентрации  $\text{CO}_2$ , обычно была временной и в дальнейшем возвращалась к исходному (перед повышением концентрации  $\text{CO}_2$ ) уровню. В то же время мероприятия, направленные на повышение фотосинтеза (создание высокого уровня освещенности, минерального питания, влагообеспеченности, концентрации  $\text{CO}_2$  и т.п.), способствовали увеличению продуктивности [20].

#### *1.4 Понятие о биологическом методе борьбы и его эффективности*

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЗАЩИТА** (от вредителей, сорных растений и болезней) — это использование живых организмов для уничтожения вредителей и болезней растений (полезных насекомых – энтомофагов, акарифагов и микроорганизмов).

Основными преимуществами биозащиты – это метод полностью безопасен и экологичен для окружающей среды; технология позволяет увеличить



урожайность благодаря тому, что его родственность агробиоценозу бережно сохраняет все естественно – питательные свойства среды, в отличие от химического; метод не вызывает резистентности (привыкания) вредителей; при правильном применении биологический метод защиты растений существенно ниже по стоимости, чем химический – по статистике экономия составляет порядка 10%.[6]

Так, против паутинного клеща используют хищного клеща *Amblyseius californicus* и *Phytoseiulus persimilis*. Они либо сами пожирают вредителей, либо это делают их личинки. Эти клещи очень маленькие, их трудно рассмотреть без микроскопа. Биологические методы борьбы принципиально ориентируются не на полное их уничтожение, а только на удержание численности вредителей на уровне минимального вреда. Более того, большинству растений свойственна реакция активации роста и ветвления в ответ на умеренное повреждение, что делает относительно полезной низкую численность вредителей [2;5;14].

### 1.5 Математические модели и их использование в биологии [2]

Математическая модель — математическое представление реальности, один из вариантов модели как системы, исследование которой позволяет получать информацию о некоторой другой системе. Математическое моделирование динамики биологических популяций не только актуальная, но и чрезвычайно интересная проблема. Существование биологического объекта в составе экосистемы обуславливается как закономерными внутренними процессами (репродукция, рост, питание, смертность и др.), так и случайными внешними явлениями, которые оказывают непосредственное влияние на протекание процессов жизнедеятельности. Многие идеи в области моделирования были предложены биологами. Достаточно вспомнить, что родоначальникам общей теории систем был биолог Людвиг фон Берталанфи.

Одна из задач, которые решают биологи, - изучение изменения численности животных в некоторой области. Обычно их пересчитывают раз в год, поэтому модель изменения численности получается дискретной – с её помощью можно определить численность с интервалом 1 год.

Исключительную роль в развитии математической экологии сыграла модель «Хищник-жертва» Лотки-Вольтерра. На ее основе можно построить множество иных, более сложных моделей. Например, они могут описывать взаимосвязь не двух, а большего количества ресурсов.

Уравнения Вольтерра послужили отправной точкой для создания большинства динамических моделей как в экологии, так и в микробиологии вплоть до сегодняшнего дня. Вольтерра изучал сосуществование видов при более широких гипотезах, в частности при изменении внешних условий и с учетом явления последействия [17].

## Глава 2. Методика и материалы

### 2.1. Характеристика объектов исследования

Для проведения опыта были выбраны наиболее популярные у жителей города Чайковский два сорта огурцов: партенокарпический «ЭффектF1» и пчелоопыляемый «Эстафета F1».

«Эффект F1» (*фото 2*) - Гибрид включён в Государственный реестр сортов в Российской Федерации. Предназначен специально для выращивания в теплицах в зимне-весенний период. Употребляется в пищу в свежем виде. Плодоносить начинает на 59-70 день после всходов. Растение имеет индетерминантное строение, средневетвистое, среднеоблиственное. Количество женских цветков в одном узле от 1 до 3.

Листья крупные, ярко-зелёные. Плод имеет цилиндрическую форму, достаточно длинный — 25-27 сантиметров, ярко-зелёный, гладкий. Средняя масса составляет 190-230 грамм. Очень хорошие вкусовые качества.

Урожайность достаточно высокая. Для зимних теплиц она составляет 21-27 килограмм с 1 квадратного метра. Выход товарной продукции составляет — 95-99%. «Эффект F1» устойчив к таким заболеваниям, как аскохитоз и кладоспориоз. [15].

«Эстафета F1» (СтuFoc) (*фото 3*) – Среднеспелое растение, опыляется пчелами, длинноплетистое, завязь – пучковая, листья среднего и большого размера. Плоды веретеновидной формы с редкими крупными бугорками, ровного зеленого цвета, длиной 14-22 см и весом 141-228 г. Мякоть не горчит. Хорошие вкусовые и товарные качества. Хорошо переносит неблагоприятные погодные условия, теневынослив, обладает хорошей регенеративной способностью. Устойчив к основным заболеваниям (мучнистой росе, корневой гнили, аскохитозу). Выращивают в теплицах, парниках, открытом грунте. Основным преимуществом является высокая урожайность. Салатный сорт огурцов. Также используют для консервирования [16].

В период первого оборота огурцов проводился сбор урожая, взвешивание и подсчет результатов сбора огурцов.

Полученные данные фиксируем в *таблице 1*. Значения урожайности двух сортов сравниваются, делается вывод о влиянии различного способа размножения огурцов на урожайность.

## *2.2 Методика определения количества солнечной радиации*

Для определения количества солнечной радиации используем датчик FSR – 406.2 (*фото 7, прил. 3*), который крепится к стеклянным потолкам теплицы. Работать прибор начинает с появлением первых солнечных лучей. Интенсивность солнечного света и уровень радиации фиксируется специальной компьютерной программой, с которой проводами соединен датчик. Показания фиксируются до заката солнца и сохраняются программой. На следующий день снимаем показания с программы и записываем в журнал учета.

## *2.3 Мониторинг очагов заражения паутиным клещом [2]*

Для проведения мониторинга численности клещей – жертвы и клещей-хищников вся территория опытной теплицы (площадь 0,5 га) была разбита на грядки по 11 грядок справа и слева от центральной дорожки (на рисунках синим цветом). Каждую грядку в свою очередь делим на 12 пролетов. В компьютере в программе Microsoft Excel была составлена схема, ячейки которой окрашивали в разный цвет в зависимости от размеров очага поражения паразитом.

Синий цвет – довольно крупные очаги, но не на весь лист (*фото 8*), желтый – маленькие очаги (2-3 взрослые особи и 5-6 молодых, кладки яиц); оранжевый цвет - большие очаги на весь лист (*фото 9*), желтые с буквой «С» - старые очаги). Совместно с агрономом производили осмотр листьев огурцов и заносили обнаруженные очаги в компьютер. Результаты осмотра отправляются в ЗАО «Тепличный сервис», где на основании мониторинга специалисты

составляют программу биозащиты огурцов и предлагают схему расселения акарифагов: количество, частота внесения, видовое предпочтение. На основании полученных рекомендаций специалисты ООО «Теплицы Чайковского» составляют собственную биопрограмму, исходя из возможностей предприятия (таблица 1). В «Теплицах Чайковского» основными членистоногими, используемых для борьбы с паутинным клещом, выбрали амблисейуса и фитосейулюса, или Филька, как ласково называют клеща сотрудники теплицы. Оба клеща хищники, узко специализированы на уничтожении паутинного клеща.

Так как паутинный клещ микроскопически мал, то его присутствие определяем по следам жизнедеятельности вредителей: это могут быть белые или желтые точки на нижней части листьев, которые образуются в результате прокуса клещами тканей растений и высасывания клеточного сока. При массовом поражении листья могут обесцвечиваться и засыхать, между листьями видна тонкая паутина, все это приводит к нарушению фотосинтеза, в результате растение начинает болеть и может погибнуть (фото 9).

## 2.4 Построение математической модели «Акарифаг - Паутинный клещ» [2]

### 2.4.1 Модель неограниченного роста

Обозначим через  $N_0$  начальную численность паутинного клеща, а через  $N_i$  численности клеща через полгода (время оборота) с момента начала наблюдений. Количество родившихся и умерших клещей пропорционально численности, поэтому прирост клещей равен  $k_p * N_i - k_c * N_i$ , где  $k_p$  и  $k_c$  – коэффициенты рождаемости и смертности. Тогда количество клещей в  $(i+1)$ -й оборот может быть вычислен через их количество  $N_i$  в предыдущем обороте (рис.13)[17].

#### 1. Неограниченный рост (модель 1)

В ячейки В1 вносим начальную численность паутинных клещей ( $N_0$ ) равную 100.

В ячейку В2 вносим максимальную численность популяции (L) равную 1000.

В ячейку В3 вносим коэффициент прироста (k) равный 0,5.

В ячейку В7 вносим формулу неограниченного роста, обозначенную через язык программирования Excel =B1\*(B3+1). Протянем данную формулу в диапазоне В7:В34.

#### 2.4.2 Модель ограниченного роста

Бельгийский математик Пьер Ферхюльст предложил ввести максимальную численность популяции  $L$  и построить модель так, чтобы численность животных не превышала этой величины. Как только численность приближается к  $L$ , коэффициент прироста уменьшается и рост замедляется (рис.14) [17].

#### 2. Ограниченный рост(модель 2)

В ячейку C7 вносим формулу ограниченного роста, обозначенную через язык программирования Excel  $=(((1+(\$B\$3*(\$B\$2-\$C6)/\$B\$2))*\$C6))$ . Протянем данную формулу в диапазоне C7:C34.

## Глава 3. Результаты исследований

### 3.1. Обоснование выбора насекомых – опылителей

На «Теплицах Чайковского» в качестве основных насекомых, используемых для опыления цветков огурцов «ЭстафетаF1», были выбраны пчелы среднерусской породы (*Apis mellifera mellifera*) (*фото 10*). Среднерусские пчелы зарекомендовали себя как трудолюбивые и устойчивые к заболеваниям насекомые. Главный недостаток – пчёлы могут вылетать из теплиц, а их крылья быстро изнашиваются (*фото 11*). [3;4].

Согласно нормам, в опытной теплице было размещено 5 ульев с пчелиными семьями.

Когда большая часть пчелиной семьи становится нетрудоспособной, в теплицу добавляют шмелиные семьи (Шмель – род *Bombus* Latr.), которых привозят из г. Воронеж (*фото 12*). Пчёл и шмелей дополнительно подкармливают сахарным сиропом. Шмели имеют многочисленные *преимущества* над пчелами: сильнее вибрация при посещении цветка, длинный хоботок, высокая скорость лет, нет массового слета при открытии форточек.

### 3.2. Сравнение урожайности огурцов в зависимости от вида полового размножения

В данной работе представлен мониторинг урожайности огурцов за три года. Представляем анализ полученных результатов.

Первый урожай огурцов был собран 15.02.2016 года и 17.02.2018 года (*фото 13*). Сбор производится три раза в неделю с течение всего периода исследования. Для сбора урожая используем тележки, которые передвигаются по ряду «на рельсах». Процесс трудоёмкий, требует аккуратности, достаточной физической выносливости, потому что высота

растений может достигать 2,5-3 метра, температура в теплице 27-30 градусов Цельсия, а влажность 85-95%.

Мы собирали огурцы в картонные коробки (*фото 14*), переносим на погрузочные автомобили и отправляем для взвешивания на склад, коробки маркируем для реализации. Результаты сборов мы заносили в журнал учёта. В нашей работе они представлены в *таблице 1* [7]

Как видно из *таблицы 1 и 2*, в феврале 2018 с одного квадратного метра было собрано 0,35 кг/м<sup>2</sup> и 0,2 кг/м<sup>2</sup> в 2017 огурцов сорта «Эффект F1» и 0,43 кг/м<sup>2</sup> 2018 и 0,4 кг/м<sup>2</sup> (2017) сорта «Эстафета F1». Эти показатели оказались наименьшими за все время первого оборота. Средние значения для партенокарпиков за февраль составили 0,23 кг на кв. метр и 0,34 кг на кв. метр для пчелоопыляемых огурцов.

В марте урожайность значительно увеличилась и уже составляла 3,4 кг/м<sup>2</sup> у «Эффекта» и 3,2 кг/м<sup>2</sup> у «Эстафеты». Средние значения равны 3,3 кг/м<sup>2</sup> и 3 кг/м<sup>2</sup> соответственно.

В апреле урожайность у сорта «Эффект» была выше, составив в среднем за три года  $M=5,23$  кг/м<sup>2</sup>, чем этот же показатель у сорта «Эстафета» (урожайность за два года в среднем  $M=4,7$  кг/м<sup>2</sup>).

В мае и июне урожайность огурцов была наивысшей. Майский урожай у партенокарпических огурцов в среднем составил 7,63 кг с кв. метр, что меньше, чем у пчелоопыляемых растений. Урожайность у этих огурцов составила 8,9 кг с одного кв. метра.

В июне наблюдалась аналогичная тенденция увеличения урожайности огурцов обоих сортов. Показатели урожайности «Эстафеты» лидировал – 10,1 кг/м<sup>2</sup> (2018) и 9,8 кг/м<sup>2</sup> (2017),  $M=9,77$  кг/м<sup>2</sup>. Средние показатели партенокарпических огурцов сорта «Эффект» составили 8- кг/м<sup>2</sup>.



В июле произошёл резкий спад урожайности, вызванный окончанием первого оборота и сроками жизни растений: средняя урожайность «Эффекта» - 1,3 кг/м<sup>2</sup>, урожайность «Эстафеты» - 2,8 кг/м<sup>2</sup>.

Если произвести расчет средних показателей урожайности за все месяцы на теплицу площадью 5000 м<sup>2</sup>, то мы получим, что партенокарпических огурцов сорта «Эффект» было собрано всего 25,49 кг/м<sup>2</sup>, а в среднем с метра квадратного - 4,28 кг. У пчелоопыляемых огурцов сорта «Эстафета» за все месяцы с одного квадратного метра собрали 29,6кг/м<sup>2</sup>, в среднем - 4,9 кг/м<sup>2</sup>. Общая разница в урожайности у разных сортов незначительная, и равна 4,11 кг/м<sup>2</sup>, но если эту величину рассчитать на всю теплицу площадью 5000м<sup>2</sup>, то экономический эффект будет очевиден.

Средние показатели общего урожая, собранный за весь оборот 2018 года у партенокарпических огурцов «Эффект» составил 130500т, у пчелоопыляемых огурцов «Эстафета» этот показатель значительно больше и составил 159000т. Разница очевидна и значительна – 28500 т. Анализируя мониторинг за 3 года, мы пришли к выводу, что данная тенденция повторяется каждый оборот.

Несмотря на то, что предприятию дороже обходится выращивание пчелоопыляемых огурцов из-за дополнительных затрат на покупку и содержание опылителей, оно, ориентируясь на высокую урожайность, вкусовые качества и высокий потребительский спрос, отдаёт предпочтение выращиванию сорта «Эстафета».

### *3.3 Зависимость урожайности огурцов от накопленной солнечной радиации*

Показатели солнечной радиации производим ежедневно с помощью датчика, показания записываем в журнал учета. Датчик ОС100 (фото 7)– влагоустойчивый датчик освещенности для контроля интенсивности дневного света (датчик солнечной радиации) в спектральном диапазоне 400-

1100 нм (рис. 2). Используется внутри и вне теплиц в системах контроля уровня освещенности и управления досветкой теплиц.

Как видно из *таблицы 4*, где представлены данные за три года, в 2017 году наибольшее количество солнечной радиации было отмечено в мае (39410 Дж/м<sup>2</sup>) и июне (35112 Дж/м<sup>2</sup>). Наименьшие показатели в феврале (9854 Дж/м<sup>2</sup>), это было начало оборота, поэтому показатели урожайности невысокие.

В месяцах с высшим значением радиации была зафиксирована большая урожайность огурцов: в мае 2017 – 35500 кг и июле – 38500 кг. А в феврале, где количество накопленной радиации оказалось наименьшим (9854 Дж/м<sup>2</sup>), показатели урожайности были низкими и составили 1000 кг. (рис. 2,3). В 2018 году ситуация сложилась аналогично.

Рассчитав количество солнечной энергии, необходимой для образования 1 кг огурцов, у нас получилась величина, равная 4,2 тыс Дж/м<sup>2</sup>. Норма солнечной радиации в теплицах - 4-4,5 тыс Дж/м<sup>2</sup> на 1 кг с одного квадратного метра. В «Теплицах Чайковского» это норма выполняется, и производство считается эффективным и рентабельным.

Таким образом, существует прямая зависимость между количеством накопленной солнечной радиации и урожайностью огурцов. Чем больше солнечной радиации получает растение, тем интенсивнее идет процесс фотосинтеза, больше вырабатывается органических веществ, и тем выше урожайность огурцов. Это подтверждают графики накопленной солнечной радиации и выхода продукта за 2016-2018 годы (рис. 3,4).

### *3.4.1 Мониторинг очагов заражения и результатов расселения акарифагов*

Огурцы были посажены 11.01.2018 года. Первый осмотр растений на обнаружение паутинного клеща был произведен 15.02.2018 (рис.5). Как видно из результатов первого мониторинга, из 1056 ячеек правого пролета клещи были обнаружены в 151 случаях, в левом - 137. Таким образом, 27,3 %

растений оказались зараженными, но очаги небольшие, на схеме окрашены желтым цветом.

Частота осмотра и внесения акарифагов зависит напрямую от цикла развития паутиного клеща: весь цикл развития от яйца до взрослого клеща проходит за 20 дней, поэтому тщательный мониторинг ведется в течение месяца. Так за февраль 2018 года нами совместно с сотрудниками теплицы было произведено 3 осмотра огурцов (15.02.2018; 20.02.2018; 29.02.2018), в марте (09.03.2018), в апреле (11.04.2018), мае (12.05.2018).

Первое расселение акарифагов было произведено 15.02.2018. Заселение растений хищным клещом возможно как путём использования рассыпного материала и дозаторов (*Phytoseiulus*), так и пакетированного (ламинированное саше, *Amblyseius*). Расселение идёт по составленной биопрограмме, где прописывается каких и сколько хищников вносят в теплицу (таблица 3). Согласно этой схеме первоначально вносят 4 упаковки по 500 штук *Amblyseius* и 8 упаковок по 4000 *Phytoseiulus*. Такое сочетание хищников считается эффективным и экономически оправданным. Упаковки с *Amblyseius* развешивают между огурцами, на пакетиках делают надрез, хищные клещи выползают из них и расселяются на растениях в поисках паутиного клеща (фото 4). Так как культура *Amblyseius* импортная, то в пакет добавляют отруби для их питания во время транспортировки. *Phytoseiulus* расселяют вручную на зараженные листья, используя упаковки с дозаторами.

Второй осмотр растений был произведен 20.02.2018. Результаты осмотра представлены на рис.2. Как видно из схемы, количество очагов к этому времени не изменилось, но они перешли в категорию довольно крупных, окрашенных на схеме синим и красным цветами. Большие очаги были обнаружены в 34 пролетах (синий цвет), что составило 3,2 % от общего заражения. Очень большие очаги (красный цвет) составили 20 ячеек - 1,89%.

За пять дней, прошедших с момента расселения акарифагов, мы не зафиксировали желаемых результатов (рис. 6).

Уменьшение количества очагов и их размеров мы стали наблюдать через 14 дней после внесения хищных клещей (результаты мониторинга от 29.02.2018). Значительно уменьшилось количество больших очагов с 3,2 % до 1,9% (21 синяя ячейка) и очень больших (5 красных ячеек): с 1,89% до 0,5 %. Видимо за этот период хищники благополучно расселились на листьях и начали активно уничтожать паутиного клеща. Внесение акарифагов продолжалось с 10 по 22 недели после посадки - период активной вегетации огурцов и завязывания плодов. Расселяли по 8-9 упаковок в основном фитосейулюса, или Фильку.

Анализируя результаты мониторинга за 11.04.2018, следует отметить, что к этому времени не было отмечено ни крупных, ни очень крупных очагов. На рисунке исчезли красные и синие цвета, и преобладает желтый цвет с маленькими очагами расселения паутиного клеща (рис. 7). Процент поражения растений составил 25 % (264 ячейки из 1056). Начиная с апреля, теплицы выходят на проектную мощность и начинают собирать наибольшие урожаи огурцов.

Следующий мониторинг был произведен 12.05.2018, результаты представлены на рис. 8. Схема с местонахождением паразита вся в желтой гамме. Визуально видно, что количество очагов значительно уменьшилось, цвет ячеек свидетельствует об их незначительном поражении. Процент поражения равен 20,86% (220 ячеек их 1056).

Предприятие не добивается полного уничтожения паутиного клеща, так как это необходимая пища для хищных клещей: амблисейуса и фитосейулюса.

Для получения сравнимых результатов были использованы данные исследования по урожайности огурцов, проведенные Бедулевой Ю. в 2017 году [2].

#### *3.4.2 Анализ урожайности партенокарпических огурцов сорта «Эффект» в зависимости от применения акарифагов*

Сбор урожая огурцов длится в течение оборота – 6 месяцев: начинается в феврале и заканчивается в июне (*таблицы 5 и 6*). Огурцы собирают 3 раза в неделю.

Как видно из *таблицы 5*, наибольший урожай партенокарпических огурцов сорта «Эффект» был собран в мае и июне, наименьший в феврале и июле. С 1 м<sup>2</sup> в контроле было собрано в среднем 21,28 кг, с опытных площадок в 2018 году – 25,1 кг, разница составила 3,82 кг. Наибольшая разность урожайности была отмечена в марте (разница между контролем и опытом составила 0,65кг), июнь (разница – 2,35кг) и июле (разница – 0,75 кг). Если сделать пересчет урожайности на всю теплицу, площадь которой 5000м<sup>2</sup>, то получается значительная разница. Так в контроле за весь период 2017 было собрано 120,5 тонн огурцов, в 2018 – 130,5. В опыте урожайность была меньше – 106,4 т за период.

Таким образом, эффективность применения акарифагов выразилась в экономической выгоде равной 19,1 тонн продукции.

#### *3.4.3 Анализ урожайности насекомоопыляемых огурцов сорта «Эстафета» в зависимости от применения акарифагов*

Данные урожая сорта «Эстафета» представлены в *таблице 6*. С 1 квадратного метра в контроле было собрано в среднем 20,38 кг, с опытных площадок – 30,15 кг, разница составила 8,87 кг. Наибольшая разность урожайности была отмечена в мае и июне (разница 6,15 кг).

Зафиксированная разница в урожае с м<sup>2</sup> между контролем и опытом незначительная, однако если сделать перерасчет на всю теплицу, как и в

предыдущем случае, то получается значительная разница. В контрольный 2000 год (не обрабатывали акарифагами) было собрано 101,9 т огурцов, это значительно меньше, чем в последующие годы, когда для борьбы с клещом использовали энтомофагов: 2017 г – 142,5 т огурцов; 2018 г – 159 т продукции. Эти данные подтверждают эффективность применения в теплице биологических методов борьбы с паразитами, которые дали предприятию выгоду в 45,85 тонн огурцов.

Следует так же отметить, «Эстафета» является насекомоопыляемым сортом, и пчелы очень чувствительны к ядохимикатам, используемых для борьбы с паразитами. Поэтому применение акарифагов – решение данной проблемы.

При сопоставлении урожайности разных сортов огурцов, отмечаем, что урожайность была больше по сравнению с партенокарпическим сортом «Эффект».

Выращивание насекомоопыляемых сортов огурцов более трудоемкий процесс по сравнению с выращиванием партенокарпических сортов, так как связан дополнительно еще и с уходом опылителей: пчел и шмелей. Но, несмотря на это, предприятие отдает предпочтение насекомоопыляемым сортам из-за высоких вкусовых качеств.

Продукция данного предприятия, выращенная без применения ядохимикатов, считается экологически чистой, высококачественной, пользуется большим спросом у покупателей

### *3.5 Результаты построения математической модели «Хищник-жертва» [2]*

Из литературных источников мы узнали, что цикл развития паутиного клеща составляет 28 дней. За жизнь самка откладывает около 200 яиц. Предположим, что начальная численность паутиного клеща ( $N_0$ ) равна 100, коэффициент рождаемости ( $k$ ) паутиных клещей при отсутствии акарифагов равен 0,5.

*Модель 1 неограниченного роста* (рис 10) отражает изменение численности тетраникуса без применения хищника-Фильки.

Если представить, что коэффициент рождаемости паутиных клещей больше их смертности, то график роста этой популяции будет экспоненциальный и будет соответствовать кривой на рис. 10

Английский ученый и экономист Томас Мальтус использовал ее для описания роста населения Земли, поэтому эту модель иногда называют моделью Мальтуса.

Недостаток этой модели в том, что она не учитывает ограниченность ресурсов, влияющих на численность клещей: освещенность, влажность, температурный режим, качество субстрата и количество пищи. Поэтому модель Мальтуса адекватна только при небольших интервалах наблюдений.

После ввода начальных данных строим график изменения численности паутиных клещей при отсутствии акарифагов (рис.10). Данный график соответствует реальным данным первого месяца оборота, когда акарифагов не вносят.

#### *Модель 2 Ограниченного роста при наличии хищников – фитосейюлюса*

Учитывая цикл развития паутинового клеща и его плодовитость, предположим, что Филька за день съедает 25 взрослых особей и 30 яиц паразита. Цикл развития хищника короче цикла развития паразита на 7 дней и составляет 21 день.

Через месяц после посадки огурцов мы расселяли Фильку – хищного клеща. Модель на рис.11 наглядно демонстрирует изменение количества паутинового клеща. После внесения акарифагов численность популяции паразита будет продолжать расти в течение 10 дней, так как хищники не успели расселиться и не поедают паутинового клеща. Популяция паутинового клеща уменьшается через 10 дней, после чего наблюдается стабилизация, так как акарифаги не поедают всех жертв, а оставляют их для потомства, в этом проявляется забота о последующем поколении.

Описанную выше зависимость численности паутинного клеща от внесения акарифагов можно смоделировать в лабораторных условиях. Результаты прогнозирования отражены на рисунке 11.

Как видно из графика, численность паразитов после внесения хщников продолжает расти - кривая идет вверх. Когда акарифаги расселились, они начали поедать своих жертв – паутинных клещей, график экспоненты падает. После этого приходит равновесие – численность клещей обоих видов остается примерно постоянным и одинаковым. Количество жертв не достигает предельного значения, так как мешают хищники - акарифаги. Вместе с тем количество Филек не растет бесконечно – ограничены ресурсы, главным образом - еда.

Таким образом, в теплице наблюдается равновесие численности обоих видов клещей (рис.12).



## Заключение

**1. Гипотеза**, выдвинутая в начале исследования, о большей урожайности партенокарпического сорта не подтвердилась. Пчелоопыляемый сорт даёт наиболее высокий выход продукции.

В ходе исследования проводился мониторинг первого оборота (февраль-июль 2018). Общий урожай, собранный за весь период у партенокарпических огурцов «Эффект» составил 127,45 т, у пчелоопыляемых огурцов «Эстафета» этот показатель значительно больше и составил 148 т. Разница очевидна и значительна – 20,55 т.

**2. Гипотеза** о выявлении прямой зависимости между урожайностью и интенсивностью фотосинтеза подтвердилась - чем больше солнечной энергии получает растение, тем интенсивнее идет процесс фотосинтеза и плодообразования.

За время исследования наибольшее количество солнечной радиации было отмечено в мае и июле.

В феврале количество накопленной радиации было наименьшим.

- В месяцах (май - июль) с высшим значением радиации была зафиксирована большая урожайность огурцов. В феврале, когда солнечной энергии было мало, показатели урожайности оказались низкими.

- Количество солнечной энергии, приходящееся на образование 1 кг огурцов с  $1 \text{ м}^2$  - 4,2 тыс. Дж/м<sup>2</sup>. Это соответствует норме (до 4 - 4,5 тыс. Дж/м<sup>2</sup> на 1 кг/м<sup>2</sup>).

- **3. Гипотеза** об эффективности акарифагов подтвердилась: применение хищных клещей даёт предприятию экономическую выгоду.

- В контроле партенокарпических огурцов за весь период было собрано 106,4 тонн огурцов. В опыте урожайность была больше: 2016 г - 131,4 т огурцов; 2017 г – 120,5 т огурцов; 2018 г – 130,5 т огурцов; средние

показатели 127,45 т в год. Эффективность применения акарифагов выразилась в 19,1 тонне продукции.

- В контроле пчелоопыляемых огурцов было собрано 101,9 т огурцов, это значительно меньше, чем в опыте: 2016 г – 142 т огурцов; 2017 г – 142,5 т огурцов; 2018 г – 159 т огурцов; в среднем за эти годы было собрано 145 т продукции. Эффективность применения акарифагов составила 45,85 тонн огурцов.

#### **Выводы:**

- В результате исследования было выявлено, что **урожайность пчелоопыляемых огурцов выше урожайности партенокарпического сорта.**

- Вид полового размножения огурцов влияет на урожайность следующим образом: **размножение с опылением эффективнее.**

- Чем больше количество накопленной солнечной радиации, тем выше плодovitость растения.

- При использовании биологической защиты огурцы не страдают от химических воздействий, не теряют силу роста. Было отмечено положительное влияние на урожайность.

- В «Теплицах Чайковского» производство считается эффективным, рентабельным и экономически выгодным, продукция экологически чистая, востребованная у покупателей.

- Благодаря математической модели типа «Хищник-жертва» возможен прогноз роста численности клещей в лабораторных условиях, составление программы биозащиты огурцов от вредителей, расчет норм и сроков внесения акарифагов.

-

## Список литературы

1. Акимов И.А. Разработка и реализация принципов отбора перспективных для биометода акарифагов / Акимов И.А., Колодочка Л.А., Барабанова
2. Бедулева Юлия. Исследовательская работа «Изучение эффективности использования акарифагов для борьбы с вредителями огурцов посредством мониторинга и математической модели», 2016
3. Медведев Г.С. Определитель насекомых европейской части СССР. Т. III. Перепончатокрылые. Первая часть. // Подотряд Aroscrita – Стебельчатобрюхие (Арнольди К. В. и др.) / Л.: «Наука», 1978. — С. 279-518. — 584 с. — (Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР; вып. 119.). — 3500 экз.
4. Радченко В. Г., Песенко Ю. А. Биология пчёл (Hymenoptera, Apoidea). СПб.: Зоол. ин-т РАН. — 1994. — 350 с .
5. Тронь Н.М. Роль хищников в динамике численности сосущих вредителей растений защищённого грунта / Тронь Н.М., Крыжановская Т.В. // Материалы первого Всероссийского съезда по защите растений. СПб, 1995.-С. 373-374.
6. Флягина Т.С. , Гарипов В.З. Система защиты растений огурца от вредителей в защищенном грунте. Опыт применения на опытной площадке ООО «Агрокомплекс «Чурилово». Журнал «Теплицы России», выпуск № 1, 2018 г.
7. Яковлева Оксана. Исследовательская работа «Влияние способов размножения и опыления на урожайность огурцов, выращиваемых в ООО «Теплицы Чайковского», 2016

«Фотоматериал, отражающий этапы проведения исследований»  
(фото И.Ведровой, Ю. Бедулевой, Яковлевой О., 2016-2018)



*Фото 1. Выращивание огурцов на  
ООО «Теплицах Чайковского»*



*Фото 2. Партенокарпические огурцы  
сорта «Эффект»*



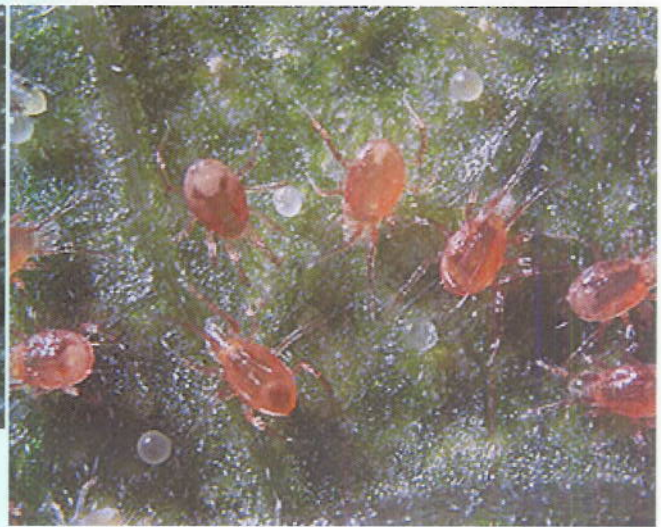
*Фото 3. Пчелоопыляемые огурцы  
сорта «Эстафета»*



*Фото 4.. Паутинный клещ под  
микроскопом*



*Фото 5. Amblyseius californicus под микроскопом*



*Фото 6. Phytoseiulus persimilis под микроскопом*



*Фото 7. Датчик измерения солнечной радиации*



*Фото 8. Незначительное повреждение листа паутиным клещом*



*Фото 9. Окончательный этап повреждения листа паутиным клещом (фото Ю. Бедулева, 2017)*



*Фото 10. Пчела Среднерусская*



*Фото 11. Крылья пчел к концу оборота*



*Фото 12. Ульи со шмелями*



*Фото 13. Сбор урожая*



*Фото 14. Сбор огурцов в картонные коробки .*

Таблица, демонстрирующая урожайность партенокарпического сорта огурцов, в зависимости времени сбора

Сорт	Партенокарпический «Эффект F1»			
	2016	2017	2018	М
Февраль кг/м <sup>2</sup>	0,15	0,2	0,35	0,23
Март кг/м <sup>2</sup>	3,0	3,5	3,4	3,3
Апрель кг/м <sup>2</sup>	5,0	5,3	5,4	5,23
Май кг/м <sup>2</sup>	8,3	7,1	7,5	7,63
Июнь кг/м <sup>2</sup>	8,7	7,7	7,6	8
Июль кг/м <sup>2</sup>	1,1	1,3	1,4	1,3
Всего с кг с м <sup>2</sup> за весь оборот	26,28	24,1	26,1	25,49
Итого в среднем с кг/м <sup>2</sup>	4,13	4,18	4,28	4,28
Всего, кг на 5000 м <sup>2</sup>	131400	120500	130500	127450

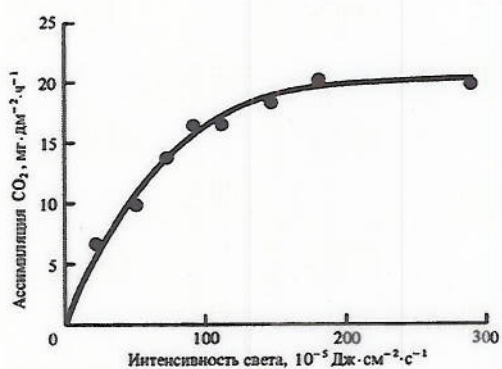


Рис. 1. Зависимость интенсивности фотосинтеза от интенсивности света



Таблица 2

Таблица, демонстрирующая урожайность пчелоопыляемого сорта огурцов, в зависимости времени сбора

Сорт	Пчелоопыляемый			
	«Эстафета F1»			
	2016	2017	2018	М
Февраль кг/м <sup>2</sup>	0,2	0,4	0,43	0,34
Март кг/м <sup>2</sup>	2,8	3	3,2	3
Апрель кг/м <sup>2</sup>	4,1	4,9	5,1	4,7
Май кг/м <sup>2</sup>	9,6	7,4	9,8	8,9
Июнь кг/м <sup>2</sup>	9,4	9,8	10,1	9,77
Июль кг/м <sup>2</sup>	2,3	3	3,2	2,8
Итого в среднем с кг/м <sup>2</sup>	4,7	4,75	5,3	4,9
Всего с кг с м <sup>2</sup> за весь оборот	28,4	28,5	31,8	29,6
Всего, кг на 5000 м <sup>2</sup>	142000	142500	159000	148000

Рис.2. Программа, фиксирующая интенсивность солнечного света и накопленную солнечную радиацию

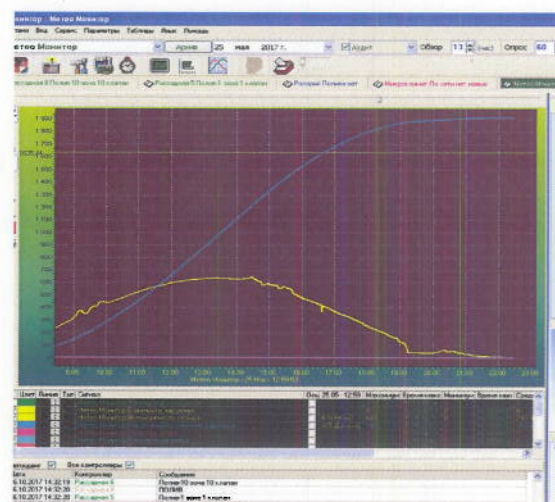


Таблица 3. Биопрограмма  
расселения акарифагов в опытном  
блоке теплицы

Программа биозащиты		
2 блок Огурцы 5000м2		
	Амблисейус калифорн.	Фитоселлиус
вредитель	клещ	клещ
Норма	проф. 25/м2	проф. 2/м2
внесения	легк. 100/м2	легк. 6/м2
частота внесения	однократ	регулярно
0 Неделя		
1	51	
2	52	2 уп*2тыс
3	1	3уп*500пак
4	2	
5	3	5уп*4тыс
6	6	8уп*4тыс
7	7	
8	8	8уп*4тыс
9	9	
0	10	8уп*4тыс
1	12	8уп*4тыс
2	14	8уп*4тыс
3	16	9уп*2тыс
4	18	9уп*2тыс
5	20	9уп*2тыс
6	22	9уп*2тыс

Таблица 4

Таблица, демонстрирующая зависимость урожайности огурцов сорта «Эффект» от накопленной солнечной радиации, 2016-2018г

Месяц	2016		2017		2018	
	Накопленная солнечная радиация, Дж/м <sup>2</sup>	Урожайность огурцов, кг	Накопленная солнечная радиация, Дж/м <sup>2</sup>	Урожайность огурцов, кг	Накопленная солнечная радиация, Дж/м <sup>2</sup>	Урожайность огурцов, кг
февраль	10256	750	9854	1000	10498	1750
март	17634	15000	21054	17500	19096	17000
апрель	26068	25000	26929	26500	19907	27000
май	50636	41500	39410	35500	26039	37500
июнь	46005	43500	35112	38500	23269	38000
июль	49015	5500	33860	6500	38261	7000

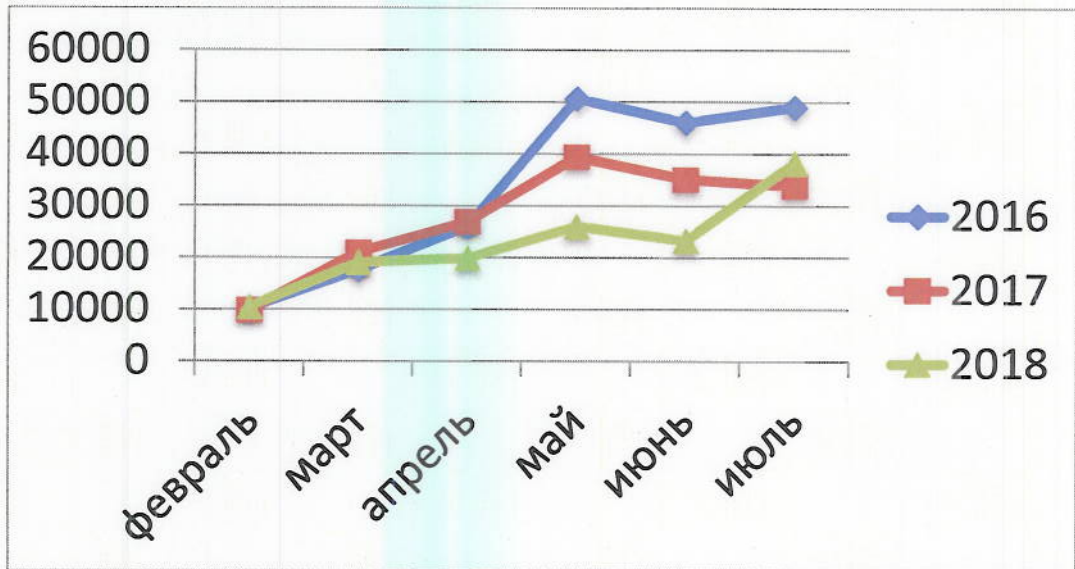


Рис.3. Накопленная солнечная радиация, Дж/м<sup>2</sup>

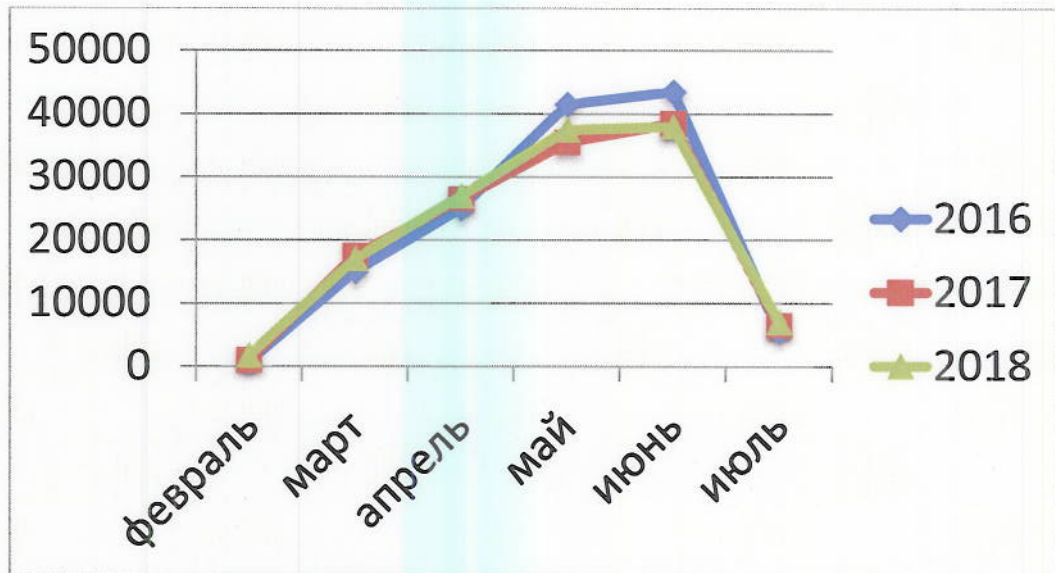


Рис.4. Выход продукции сорта «Эффект» по месяцам за время оборота, кг

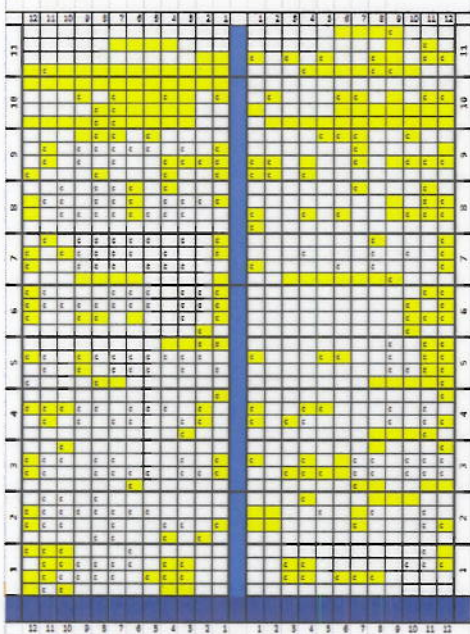


Рис. 5. Результаты мониторинга очагов заражения на 15.02.18

Рис 6. Результаты мониторинга очагов заражения на 20.02.18

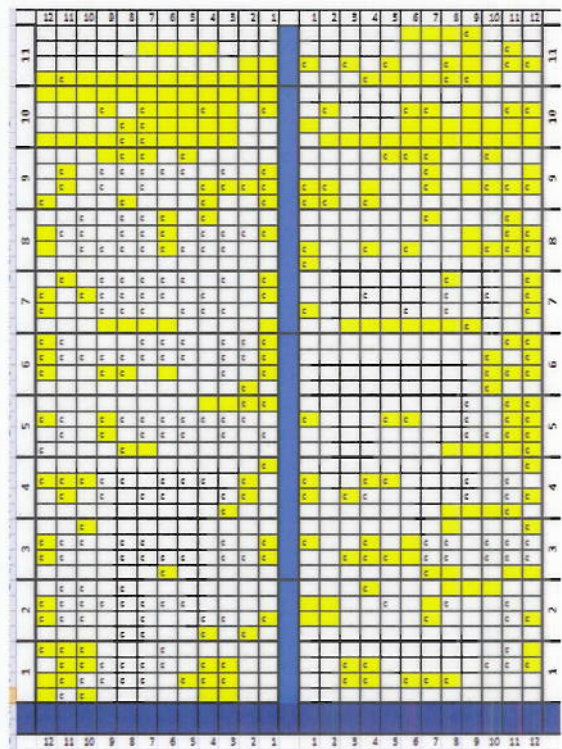
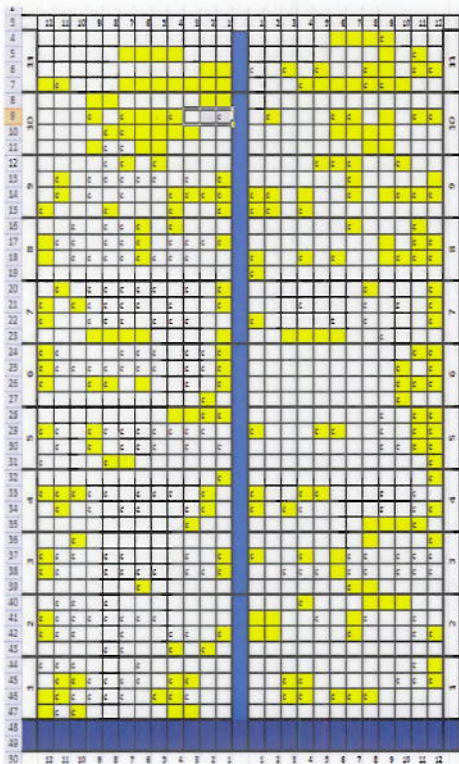
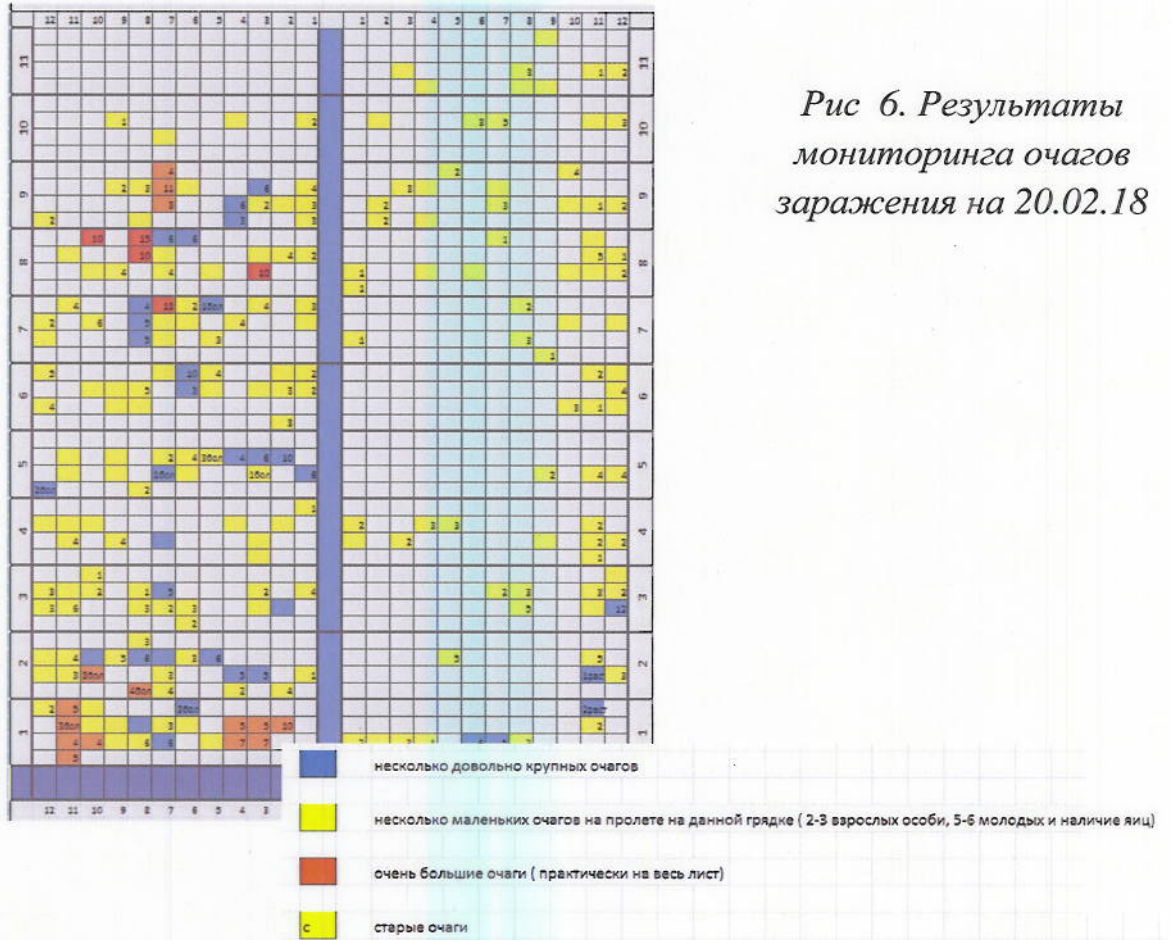


Рис. 7 и 8. Результаты мониторинга очагов заражения на 11.04.18 (слева) и 12.05.18 (справа)

Рис. 9. Таблица с вводными данными, выполненная в программе Microsoft Excel

	A	B	C
1	NO	100	
2	L	1000	
3	k	0,5	
4			
5	Год	N (неогр. рост)	N(огр. рост)
6	0	100,0	100,0
7	1	150,0	145,0
8	2	225,0	207,0
9	3	337,5	289,1
10	4	506,3	391,8
11	5	759,4	511,0
12	6	1139,1	635,9
13	7	1708,6	751,7
14	8	2562,9	845,0
15	9	3844,3	910,5
16	10	5766,5	951,2
17	11	8649,8	848,4
18	12	12974,6	786,7
19	13	19462,0	744,6
20	14	29192,9	713,7
21	15	43789,4	689,9
22	16	65684,1	670,8
23	17	98526,1	655,2
24	18	147789,2	642,2
25	19	221683,8	631,1
26	20	332525,7	621,5
27	21	498788,5	613,1
28	22	748182,8	605,7
29	23	1122274,1	599,1
30	24	1683411,2	593,2
31	25	2525116,8	587,9
32	26	3787675,2	583,0
33	27	5681512,9	578,6
34	28	8522269,3	574,5

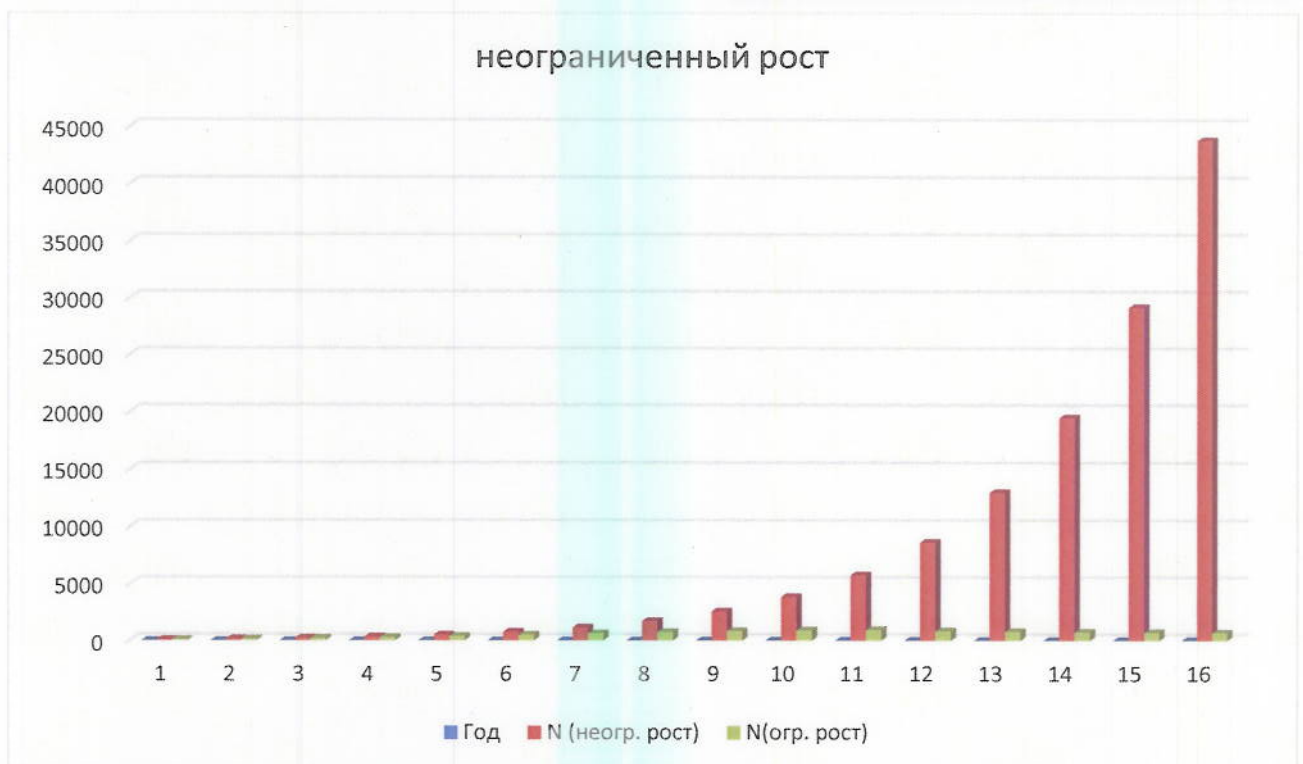


Рис. 10. График, демонстрирующий экспоненциальный рост популяции паутиных клещей при отсутствии хищников

## Ограниченный рост

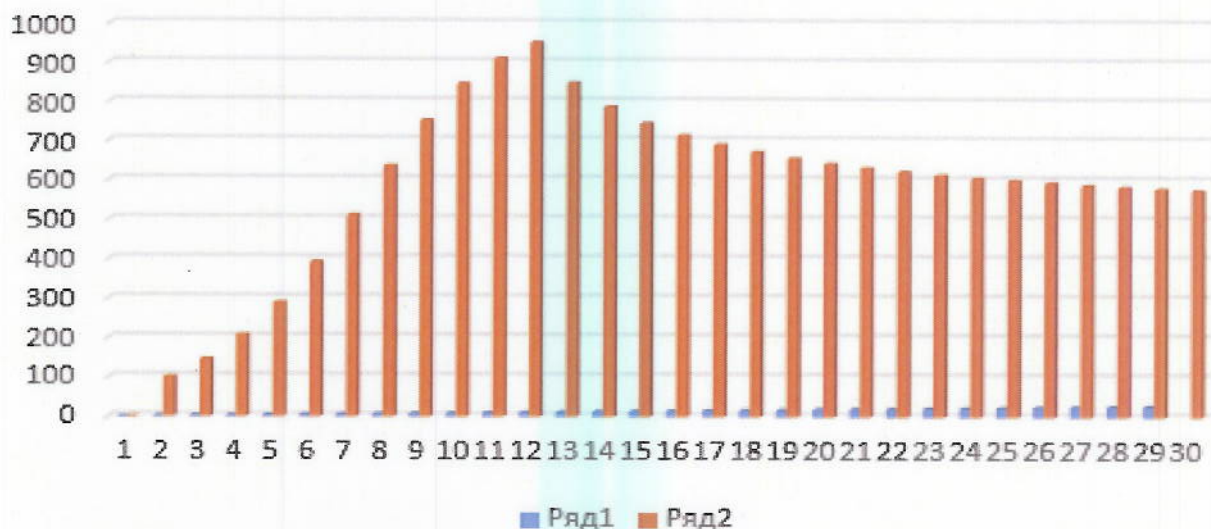


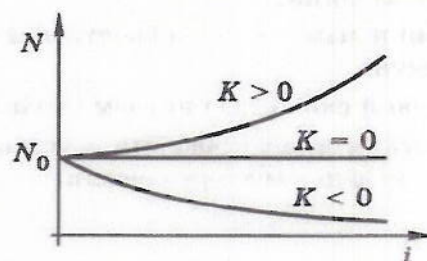
Рис. 11. График изменения численности паутинного клеща в зависимости от внесения акарифагов



Рис. 12. Графики, отражающие зависимость численности паутинного клеща от внесения Фильки

$$N_{i+1} = N_i + k_p \cdot N_i - k_c \cdot N_i = (1 + K) \cdot N_i,$$

Рис.13. График изменения численности популяции при коэффициенте рождаемости большем смертности, равном смертности и меньшем смертности



$$N_{i+1} = (1 + K_L) \cdot N_i,$$

но теперь коэффициент прироста  $K_L$  зависит от численности  $N_i$ :

$$K_L = K \cdot \frac{L - N_i}{L},$$

где  $K$  — начальный коэффициент (при нулевой численности). Видно, что при увеличении  $N_i$  коэффициент  $K_L$  уменьшается и при  $N_i = L$  становится равен нулю.

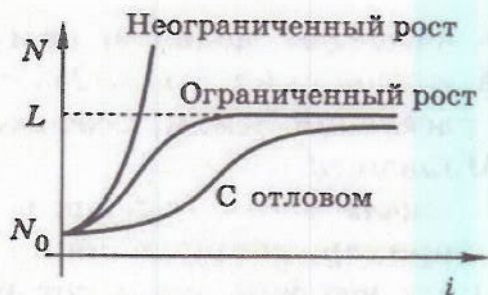


Рис.14. Графики, демонстрирующие неограниченный и ограниченный рост популяции

Таблица 5

Мониторинг урожайности партенокарпических огурцов сорта «Эффект» в зависимости от применения акарифагов, кг/м<sup>2</sup>

Год	Февраль кг/м <sup>2</sup>	Март кг/м <sup>2</sup>	Апрель кг/м <sup>2</sup>	Май кг/м <sup>2</sup>	Июнь кг/м <sup>2</sup>	Июль кг/м <sup>2</sup>	Итого кг/м <sup>2</sup>	Всего, кг на 5000 м <sup>2</sup>
2000 (контроль)	0,28	2,8	5,2	7,1	5,3	0,6	21,28	10640 0
2017(Опыт) -	0,2	3,5	5,3	7,1	7,7	1,3	24,1	12050 0
2018 (Опыт)	0,35	3,4	5,4	7,5	7,6	1,4	26,1	13050 0
среднее 17-18гг	0,275	3,45	5,35	7,3	7,65	1,35	25,1	12550 0
разница	-0,005	0,65	0,15	0,2	2,35	0,75	3,82	<b>19100</b>

Таблица 6

Мониторинг урожайности насекомоопыляемых огурцов сорта «Эстафета» в зависимости от применения акарифагов, кг/м<sup>2</sup>

Год	Февраль кг/м <sup>2</sup>	Март кг/м <sup>2</sup>	Апрель кг/м <sup>2</sup>	Май кг/м <sup>2</sup>	Июнь кг/м <sup>2</sup>	Июль кг/м <sup>2</sup>	Итого кг/м <sup>2</sup>	Всего
2000 (контроль)	0,28	2,6	5	7	4,9	0,6	20,38	101900
2017(опыт)	0,4	3	4,9	7,4	9,8	3	28,5	142500
2018(опыт)	0,43	3,2	5,1	9,8	10,1	3,2	31,8	159000
Среднее 17-18гг	0,415	3,1	5	8,6	9,95	3,1	30,15	152250
разница	0,13	0,3	-0,2	1,5	4,65	2,5	8,87	<b>45850</b>





## Датчик измерения солнечной радиации

FSR – 406.2

### 1. Назначение.

Датчик измерения солнечной радиации FSR-406.2 предназначен для измерения мощности солнечного излучения в Вт/м<sup>2</sup> в видимом и инфракрасном диапазоне. Показания датчика используются для слежения за метеословиями и накопления величины солнечного излучения за сутки. Эти измерения необходимы для управления микроклиматом теплицы и автоматической корректировки норм полива сельскохозяйственных культур.

### 2. Электрические и оптические характеристики

1. Спектральный диапазон измерений (nm) 320 ... 1000
2. Пиковая чувствительность (nm) 720
3. Фоточувствительность в пике (А/Вт) 0,4
4. Рабочий температурный диапазон (С°) -20 ... +70
5. Диапазон измерений мощности (Вт/м<sup>2</sup>) 0 ... 1200

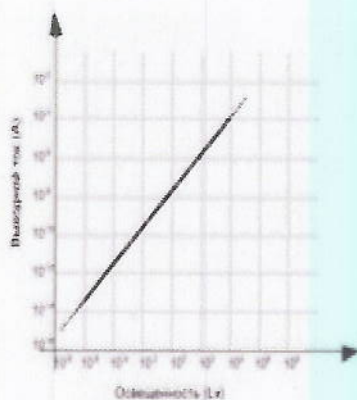


Рис. 1.1

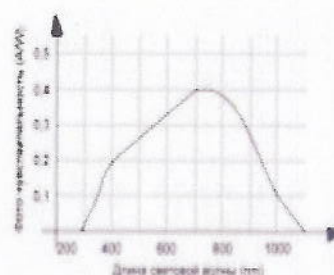


Рис. 1

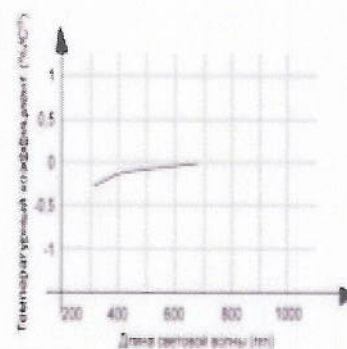


Рис. 1.2

### 3. Монтаж датчика измерения солнечной радиации.

1. Смонтировать мачту на которую будет прикреплен чувствительный элемент.
2. Закрепить датчик винтами М4х14 к крепежной балке, в которой были заранее смонтированы отверстия под крепления датчика диаметром 4 мм (рис. 2)
3. Установить мачту в место исключающее затенение датчика, причем чувствительный элемент должен располагаться на южную сторону, относительно самой мачты. (рис. 3)
4. Нарастить провод на необходимую длину, до места подключения. Уложить провод, таким образом чтоб исключить его перетирание и обрыв.

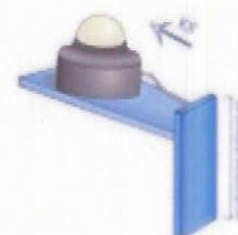
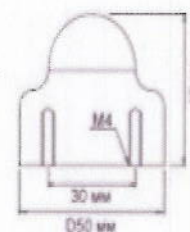
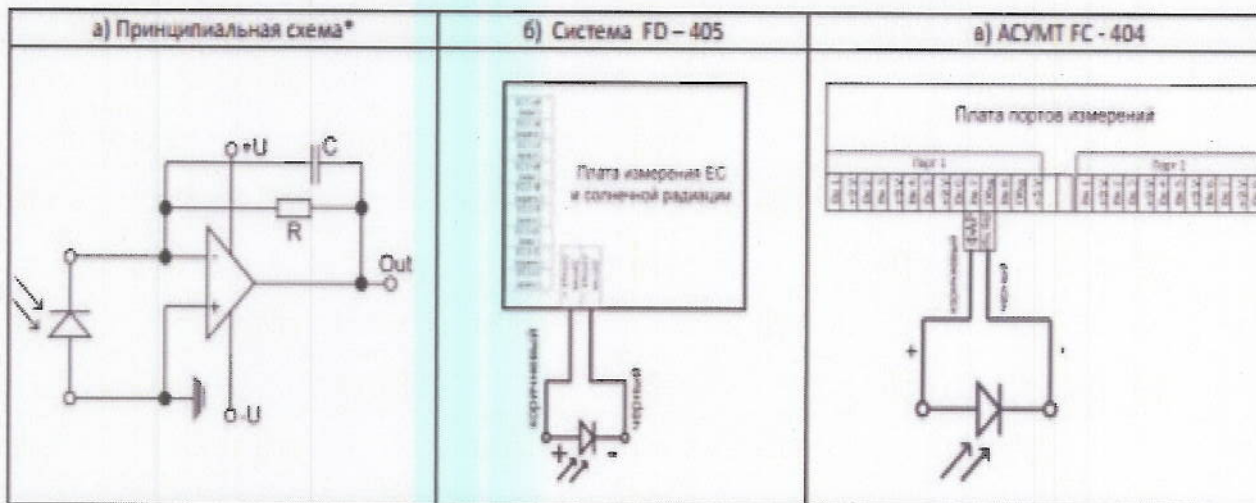


рис. 3

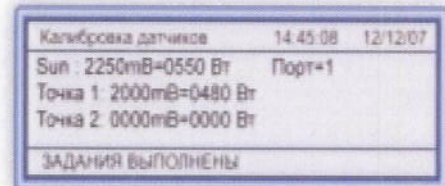
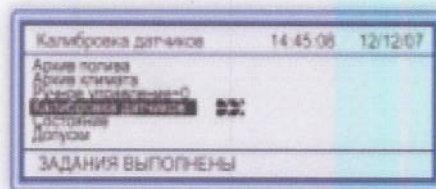
#### 4. Подключение датчика.



#### 5. Калибровка датчика солнечной радиации

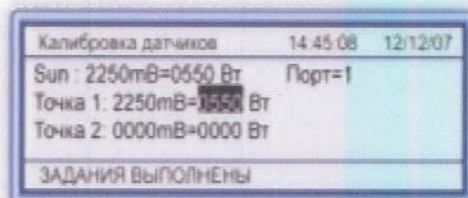
1. При наличии портативного прибора измерения солнечной радиации

А) На контроллере стрелками «вверх, вниз» перейти в строку «калибровка датчиков», далее стрелкой «вправо» переместиться в кадр калибровки датчика солнечной радиации



Б) Измерить показания солнечной радиации прибором [Измерения проводятся в солнечную погоду в середине дня].

В) Ввести измеренную величину в строке «Точка 1»



2. При отсутствии измерительного прибора.

Установить заводские калибровочные значения. Измерения солнечной радиации будут иметь погрешность  $\pm 15\%$ .

\*при разработке схемы в контроллерах фирмы Фито используются только комплектующие от ведущих производителей мира.