

УДК 635.621.3:631

UDC 635.621.3:631

06.00.00 Сельскохозяйственные науки

Agriculture

**МОДЕРНИЗАЦИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ  
УПРАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРАМИ  
МИКРОКЛИМАТА – ОСНОВА ТЕПЛИЦ V  
ПОКОЛЕНИЯ****MODERNIZATION AND ENHANCEMENT  
OF MICROCLIMATE PARAMETER  
MANAGEMENT ARE THE BASIS OF THE V  
GENERATION GREENHOUSES**

Гиш Руслан Айдамирович  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор, зав.  
кафедрой овощеводства

Gish Ruslan Aydamirovich  
Doctor of agricultural sciences, professor, head of  
vegetable growing department

Карпенко Екатерина Николаевна  
Магистрантка  
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный  
аграрный университет имени И.Т. Трубилина»,  
Краснодар, Россия

Karpenko Ekaterina Nikolaevna  
Master student  
Federal State Budgetary Educational Institution of  
Higher Education «Kuban State Agrarian  
University named after I.T. Trubilin»,  
Krasnodar,  
Russia

Защищенный грунт России, который длительное время был в застое, начинает активно расширяться, модернизироваться. Этому способствует Госпрограмма его развития на период 2015 – 2020гг, согласно которой ежегодно планируется вводить в эксплуатацию 200 – 215 га современных промышленных теплиц. Перед Министерством сельского хозяйства России поставлена задача производства 1млн. тонн тепличных овощей к 2020 году. Существующие в стране теплицы IV поколения типа «Venlo» занимают около 2,2 тыс. га, успешно эксплуатируются производителями овощей, получая во всесезонный период ежегодно до 700 – 720 тыс. т витаминной продукции. В настоящее время особое внимание тепличников вызывает теплицы V поколения системы UltraClima, ModulAIR, в которых модернизирована система управления параметрами микроклимата, позволяющая ликвидировать критические периоды управления термозащитой. Особо это важно в период второй половины мая – конец лета, когда сложно защитить растения от перегрева. Предлагаемые системы позволяют за счет возможности управления ростовыми процессами и развитием растений, повысить урожайность выращиваемых культур, существенно снизить затраты на энергоносителей, значительно повысить рентабельность производства овощей. В статье обсуждаются инновационные решения в тепличестроении на примере первой в России теплицы с системой UltraClima, построенной в Липецкой области. Дана сравнительная характеристика аналогичной разработке российских инженеров, имеющей ряд преимуществ в сравнении с UltraClima

Protected soil of Russia which has been stagnant for a long time began to expand actively and to modernize. The State Program of protected soil development for 2015-2016 promotes it, according to which every year it is planned to introduce 200 – 215 ha of modern industrial greenhouses. There was set the task of production of 1 mln. tons of greenhouse vegetables by the Ministry of Agriculture of Russia to 2020. Existing greenhouses of the IV generation of the type "Venlo" takes about 2.2 hectares in the country and are successfully used by producers of vegetables, obtaining in a year-round period 700 – 720 thousand tons of vitamin production. At present time the special attention of greenhouse owners is paid to greenhouses of the V generation of the system UltraClima, ModulAIR, in which we modernized the system of microclimate parameter management allowing to eliminate the critical periods of management by thermal isolation in the second part of May to the end of summer. The offered systems allow essentially economizing energy expenses, considerably to increase the profitability of vegetable production at the expense of management by growth's processes and plant development. The innovation solutions in a greenhouse construction on the example of the first Russian greenhouse with the system UltraClima constructed in the Lipetsk region are discussed in this article. There was shown the characteristic of a new analogous development of Russian engineers having a number of advantages in comparison with UltraClima

Ключевые слова: МОДЕРНИЗАЦИЯ, ЗАЩИЩЕННЫЙ  
ГРУНТ, КОНСТРУКЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ,  
МИКРОКЛИМАТ

Keywords: MODERNIZATION, PROTECTED  
SOIL, CONSTRUCTION, MANAGEMENT,  
MICROCLIMATE

Doi: 10.21515/1990-4665-123-129

<http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/129.pdf>

## **Введение.**

На всех этапах сельскохозяйственного производства теплицы являются самым практичным видом культивационных сооружений, где гарантировано получение стабильно высоких урожаев в силу их малой зависимости от погодных условий и возможности искусственного моделирования оптимальных параметров микроклимата в них, управления питанием растений в период вегетации культур (1,2,3).

Овощеводство защищенного грунта России, которое длительное время было в застое, и во многих хозяйствах, за исключением промышленных предприятий, было примитивным, с 2014-2015 гг. начинает активно расширяться, совершенствоваться (4,5,6,7).

Идет модернизация теплиц во всех регионах страны. По прогнозу строительства теплиц в РФ с 2015 по 2020 гг. в рамках госпрограммы ежегодно вводится в строй 200-215 га теплиц. В этой связи возникают вопросы – в каком направлении идет модернизация? В каких теплицах в наибольшей степени возможна реализация. Какие планируются инновации в теплицестроении, которые позволят в полной мере реализовать биопотенциал выращиваемых сегодня гибридов?

Переход к оценке самых современных, так называемых теплиц V поколения проведем после краткого экскурса используемых до настоящего времени теплиц в хозяйствах разных форм собственности (8,9).

## **Результаты**

Тепличная отрасль России прошла большой путь от односкатных стеклянных теплиц до современных высокотехнологических сооружений.

Теплицы 1-го поколения были односкатные, деревянные, на биотопливе. позднее на боровом отоплении. Такие теплицы имеют один остекленный скат, обращенный к югу. Угол наклона ската 35-45° (рис.1).

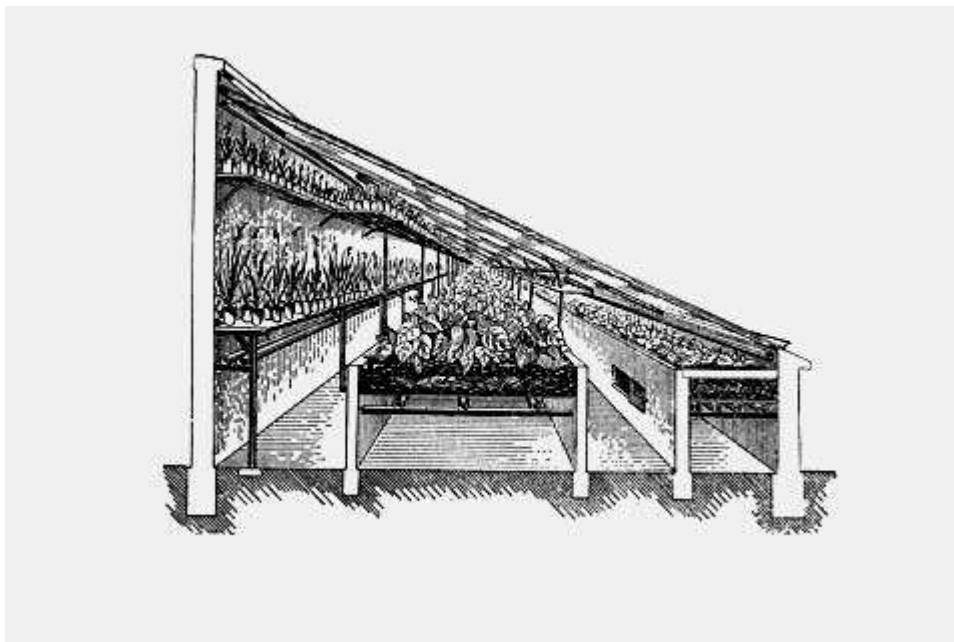


Рис.1 – Односкатная теплица (прототип теплиц 1-го поколения)

Размеры односкатных теплиц обычно не превышает 50-100 м<sup>2</sup>, внутренняя планировка стеллажная, выполнена в виде небольших корыт, расположенных под остекленной кровлей. Вентиляция односторонняя – верхняя, отопление печное.

Эти теплицы имеют ряд существенных недостатков: трудоемки в обслуживании, узкоспециализированы в использовании в связи с недостаточной вентиляцией, в них неустойчивый режим температуры, влажности почвы и воздуха. Поэтому строительство их допускается лишь в исключительных случаях, главным образом в северных районах, в небольших тепличных хозяйствах, преимущественно для выращивания рассады.

Важным этапом в развитии овощеводства защищенного грунта стало появление в середине 19 века крупного по масштабам того времени очага тепличного овощеводства в бывшем Клинском уезде Московской области. Такие теплицы получили название «Клинская теплица».

Теплицы 2-го поколения были двускатные, они более прогрессивны. Преимущественно круглогодичного пользования с водяным и воздушным отоплением, характеризовались зарождением механизации.

Двускатные теплицы обычно металлокаменные, реже деревянные, имеют 2 остекленных ската, ориентированных на восток и запад. Остекление стационарное, угол наклона кровли 25-30°. Кровля теплицы опирается на каркас, состоящий из опорных стоек (металлических труб), расположенных в 2 ряда по центру теплицы, соединенных в верхней части металлическими прогонами (уголковым железом). Размеры двускатных теплиц от 100-150 до 300-350 м<sup>2</sup>. Внутреннее устройство теплиц стеллажное или грунтовое. Вентиляция двойная – верхняя и боковая, отопление чаще всего водяное (рис 2).

Недостатком двускатных теплиц является трудоемкость обслуживания и отсутствие условий для применения механизации в связи с наличием внутри теплицы опорных стоек каркаса.

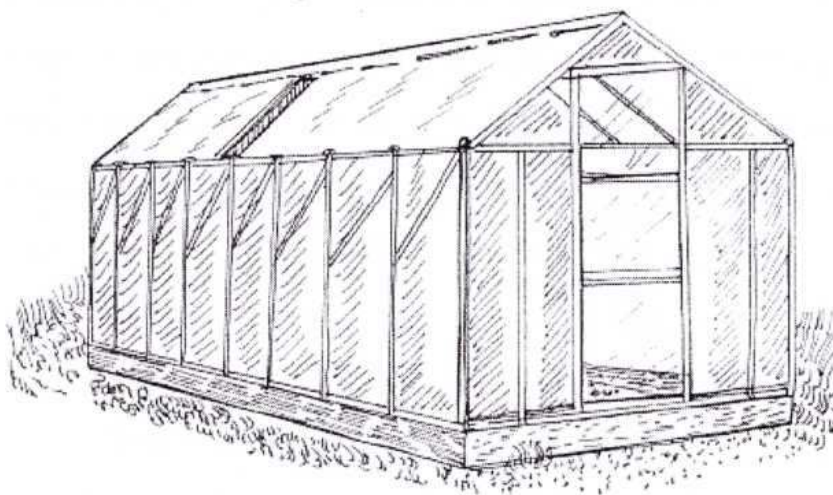


Рис.2 Двускатная теплица (прототип теплиц 2 поколения)

Теплицы 3-го поколения – это ангарные теплицы круглогодичного использования с водяным и электрическим отоплением и большими площадями под одной крышей. Отличаются лучшими эксплуатационными и экологическими показателями за счет возможности управления микроклиматом, высокого коэффициента использования площади теплиц, снижения степени сложности монтажа.

Ангарные теплицы представляют собой крупные двускатные (иногда с арочной кровлей) сооружения площадью 600...3000 квадратных метров, без внутренних опорных стоек. Перекрытие стационарное, угол наклона остекленной кровли 25...30 градусов, вентиляция двойная (рис.3).



Рис.3 – Ангарная теплица

Положительными качествами этих теплиц является: лучшая освещенность и повышенные вентиляционные возможности, устойчивый тепловой режим в почве и в воздухе, возможность применения современных транспортных средств и почвообрабатывающих машин, а также механизации или автоматизации вентиляции, дождевания, подкормки, обработки растений ядохимикатами.

Но из-за большой высоты и ширины эти теплицы имеют коэффициент ограждения 1,5, что обуславливает повышенные по сравнению с двускатными теплицами теплопотери. Поэтому ангарные теплицы дороже в эксплуатации; выше и капитальные затраты при строительстве.

Однако эти теплицы имеют и некоторые недостатки: повышенные против двускатных теплиц стоимость конструкции и расход топлива на обогрев единицы площади в связи с большими теплопотерями.

Современные теплицы четвертого поколения типа ВЕНЛО – это теплицы высотой до 8 метров, хорошо герметизированные, с высокой

степенью автоматизации, позволяющие реализовать передовые технологии выращивания овощей. С внедрением этих теплиц удалось существенно повысить урожайность овощной продукции, а технологии светокультуры и вовсе удвоили выход овощей с одного квадратного метра.

Блочные теплицы представляют собой соединение 2-3 и более двускатных теплиц, примыкающих одна к другой продольными сторонами, с заменой совмещаемых боковых, стен опорными стойками. Стыки кровли смежных секций соединяют желобами. Желоба служат для сброса воды и одновременно являются несущими элементами кровли. На желоба и коньковый брус опираются шпроссы (металлические прогоны для укладки стекла). При таком устройстве все звенья блочной теплицы представляют собой одно общее помещение с многоскатной остекленной кровлей (угол наклона  $25-27^\circ$ ), в котором возможно свободное перемещение из одного звена в другое. Размеры блочных теплиц в связи с таким устройством колеблются от 1000 до 10000-30000 м<sup>2</sup> (рис.4).



Рис.4 – Блочная теплица

Положительными моментами в конструкции блочных теплиц являются: меньше затраты на единицу площади при строительстве и пониженный расход тепла, а отсюда и уменьшение затрат на обогрев.

Однако и эти высокорентабельные теплицы обладают существенными недостатками, не позволяющие в полной мере получить тот урожай, который биологически заложен в гибридах. Самый существенный из недостатков – это неспособность теплицы поддерживать оптимальный микроклимат в определенные времена года. Это недостаток начинает проявлять себя в весенний период, а при использовании технологии светокультуры еще раньше. В это время начинают проявляться перегревы в теплице и, для того чтобы поддержать заданный микроклимат, приходится открывать форточки, что влечет за собой перерасход тепловой энергии, а также, что очень существенно, растения получают температурный шок из-за холодного воздуха, опускающего вниз, и это негативно сказывается на растениях и ведет к потере урожайности. Получается негативный мультипликатный эффект: не открывать форточки нельзя из-за «запаривания» растений, а при открывании повреждается макушка растения повышаются затраты на отопление. В летний период выращивания овощей теплица четвертого поколения в принципе не способна поддерживать нужный микроклимат, так как отсутствуют ресурсы, позволяющие снизить температуру.

Не смотря на применение самых передовых технологий ни в одном из выше перечисленных образцов теплиц не удалось создать идентичные открытому грунту условия в силу значительного удорожания стоимости теплиц. В настоящее время применение инновационных решений в модернизации управления микроклиматом при строительстве теплиц V поколения позволяет сохранить все преимущества теплиц типа «Venlo» и во многом превзойти ее по ряду технологических параметров. (8)

На сегодняшний день наиболее современными теплицами считаются «полузакрытые» теплицы так называемого пятого поколения с технологиями типа (UltraClima компании KUBO; SuprimAir компании CERTHOM) или

ModulAIR компании VanderHoeven).



Рис.5 – Теплица V поколения Ultra Clima

Применение таких технологий позволяет получить следующие преимущества по сравнению с обычными блочными теплицами (И.С.Соколов).

1. Теплица поддерживает в любой период времени года идеальный микроклимат.

Зимой или весной при перегревах, так же, как и в простых теплицах, приоткрываются форточки, правда этих форточек на 90 % меньше, чем в обычных теплицах и служат они лишь для снятия небольшого избыточного давления, под которым находится теплица Ultra Clima. При этом воздух всегда выходит из теплицы и здесь принципиально не возможен температурный шок, а так как форточек малое количество, соответственно, и меньше потери тепла.

Летом теплица способна охлаждать себя. Она снабжена по всей длине адиабатическими панелями, на которые поступает вода. Вода, испаряясь, забирает часть энергии, и охлажденный таким образом воздух, поступает в теплицу. Практическое использование такой системы охлаждения в теплице в г. Данкове Липецкой области показало, что возможно снижение <http://ej.kubagro.ru/2016/09/pdf/129.pdf>



температуры в теплице до 10° С, что, в свою очередь, благоприятно влияет на растение и не происходит потери урожая.

2. Теплица позволяет экономить затраты на отопление.

Происходит это за счет вторичного использования тепловой энергии. В обычной теплице теплый воздух от труб обогрева поднимается вверх и через остекление крыши теплицы выходит наружу, причем, чем больше разница температур наружного и внутреннего воздуха, тем интенсивность транспирации выше. Естественно, в зимний период расход тепла максимальный. В теплицах Ultra Clima теплый воздух, поднимающийся вверх, отбирается вентиляторами и снова подается на отопление по пластиковым рукавам, расположенным под каждой грядкой. Особенно это эффект усиливается при использовании технологии светокультура. Тепло от ламп, а это примерно 90 % от мощности лампы, в простой теплице безвозвратно улетучивается, а в теплице Ultra Clima практически полностью используется для отопления.

3. Теплица в любой период времени может поддерживать оптимальный уровень CO<sub>2</sub>

Известно, что в период, когда приходится открывать форточки, поддержать нужный для технологии уровень CO<sub>2</sub> в простой теплице не представляется возможным. Он всегда стремится к естественному фону на улице, а это примерно 400 ppm. Такой уровень CO<sub>2</sub> недостаточен для полноценного фотосинтеза, что ведет к потере урожая. В теплице Ultra Clima . ввиду ее «полузакрытости», удастся гораздо в большей степени поддержать необходимую концентрацию CO<sub>2</sub>, и это благотворно влияет на урожайность.

4. Теплица защищена от проникновения вредителей.

Одной из особенностей теплицы Ultra Clima является наличие избыточного давления внутри. При открывании форточек и входных ворот насекомые не могут преодолеть силу избыточного давления и не проникают в теплицу.

5. В теплице Ultra Clima не происходит застоя воздуха, что препятствует развитию заболеваний, благодаря пленочным рукавам, расположенным под каждой грядкой.

Кроме этих явных преимуществ есть масса сопутствующих, которые синергически усиливают эффективность теплицы.

Например, в весенне-летний период, когда температура в простой теплице достигает 35°C при повышенной влажности, работа тепличниц становится, мягко говоря, некомфортной, а это существенная потеря производительности труда, не говоря уже о текучести кадров из-за тяжелых условий труда. В теплице Ultra Clima больше 24°C не бывает, что позволяет рабочим комфортно выполнять свои обязанности.

Воздушные рукава под каждой грядкой, служащие для подачи теплого воздуха с заданными параметрами, обеспечивают так называемый «активный микроклимат». В простой теплице для этого приходится топить регистры, что так же ведет к перерасходу тепловой энергии.

Вышеперечисленные преимущества действительно имеют место быть, так как подтверждены практикой эксплуатации таких теплиц в России. Первая теплица такого класса компании ФИТО в содружестве с компанией Тепличные Технологии построила в г. Данкове Липецкой области.

В новой теплице использованы конструкции компании KUBO, имеющей приоритет в этом направлении. Компьютерное управление всеми системами осуществлено компанией ФИТО.

Аналогичную теплицу, по классу относящуюся к V поколению, предлагает компания VanderHoeven (Нидерланды). Теплица системы ModulAIR разработана в новой концепции, на основе модернизации и совершенствовании управления параметрами микроклимата путем совмещения различных инженерно технологических решений. (Рис.) Будучи модульной, система легко адаптируется с учетом всех климатических

условий, что позволяет идеально интегрировать необходимые компоненты, которые обеспечивают эффективную работу теплицы.

Установки для подготовки воздуха системы ModulAIR конструируются в виде небольшого коридора, расположенного с внешней стороны торцевого фронтона теплицы. Система работает, используя наружный воздух для регулирования теплового режима, поддержания уровня влажности и повторного использования ценного CO<sub>2</sub>. Коридор ModulAIR используется в качестве смесительной камеры, в которой можно смешивать воздух из различных источников, перед его распределением в теплице.

Антимоскитная сетка из нержавеющей стали, установленная с наружной стороны вентиляционного отверстия, и интегрированная высококачественная антимоскитная сетка из нейлона, установленная на фрамугах форточной вентиляции системы ModulAIR, предотвращает попадание насекомых в теплицу. Это в свою очередь минимизирует использование средств защиты растений и уменьшает риск распространения заболеваний сельскохозяйственных культур.

Под каждым лотком с вегетирующими растениями устанавливаются высококачественные PE воздуховоды, через которые воздух с необходимыми параметрами из коридора системы ModulAIR распределяется по всей теплице; это помогает создавать и контролировать равномерный микроклимат, в соответствии с биологическими особенностями роста и развития растений. Воздушная масса с оптимальной температурой, влажностью и уровнем CO<sub>2</sub> транспортируется с помощью вентиляторов, установленных в передней части воздуховода. Скорость работы каждого вентилятора и системы ModulAIR автоматически регулируется.

Главная система отопления состоит из системы нижнего трубопровода и, часто, из системы ростовой трубы. В условиях более прохладного климата камеры системы ModulAIR снабжены отопительными модулями, для

обеспечения дополнительного обогрева. Модули отопления имеют свои вентиляторы, которые приводятся в действие по мере необходимости.

Теплицы с системой ModulAIR могут быть оборудованы системой охлаждения с использованием охлаждаемых «влажных матов», чтобы контролировать температуру и влажность в теплице. Данный метод является наиболее эффективным для охлаждения теплицы, в то же время он позволяет повысить уровень влажности. Когда температура наружного воздуха становится слишком высокой, можно активизировать работу «влажных матов» для охлаждения наружного воздуха и увеличить охлаждающую способность.

Система ModulAIR проектируется в соответствии с учетом всех погодных-климатических, рельефных и других жизненно важных условий, для этого используется детальная информация о местоположении объекта. Подбираются наиболее подходящие. Компоненты правильных оптимальных размеров и производительности. Например, в экстремальных климатических условиях с избыточным теплом можно дополнительно установить механическую систему охлаждения.

Разработчики системы ModulAIR рассчитывают на качественные изменения в эксплуатации теплицы в силу следующих инноваций:

- улучшения контроля микроклимата теплицы в любой период времени года;
- оптимизации использования энергии и CO<sub>2</sub>;
- минимального использования средств защиты растений;
- повышения производительности труда и качества продукции;
- достижение производства экологически безопасной овощной продукции.

Все перечисленные преимущества направлены на рациональное использование площадей защищенного грунта, получение максимального

урожая и высокую экономическую отдачу вложенных капитальных и текущих затрат.

Теплицы V поколения, как инновационный проект, внедрены в производство пока в единичных экземплярах разных стран. Есть у них оппоненты, которые не согласны с техническими решениями отдельных подходов конструкторов в модернизации параметров микроклимата.

Ориентировочная стоимость современного тепличного комплекса «с нуля» и «под ключ» составляет примерно 1,8 млрд. рублей за 10-ти гектарный проект. Такие капитальные вложения должны эффективно работать и обеспечить срок окупаемости проекта в пределах 6-ти лет, что возможно только в случае использования последних достижений в области теплицестроения, агротехнологических инноваций, высокоурожайных гибридов, при профессиональном управлении ростом, развитием и продуктивностью растений.

Казалось, что после такого обстоятельного представления новшеств теплиц V поколения инженеры и технологи будут единодушны в признании таких теплиц самыми совершенными. Однако у авторов теплиц типа UltraClima, ModulAIR есть оппоненты, которые придерживаются другого мнения. Для лучшего представления всех нюансов проблемы, отметим вначале те положения, с которыми согласны сторонники полностью закрытой теплицы. Цитируем по авторам: «На сегодняшний день наиболее современными теплицами считаются «полузакрытые» теплицы так называемого пятого поколения с технологиями UltraClima (от компании KUBO) или SuprimAir (от компании CERTHON). Применение таких технологий позволяет получить следующие преимущества по сравнению с обычными блочными теплицами:

Во – первых, они обеспечивают искусственную циркуляцию воздуха в теплице, что создает активный микроклимат, благоприятный для растений. И позволяет повторно использовать тепловую энергию, которая из-под

кровли возвращается к основанию теплицы (в том числе и тепло, которое образуется при работе системы искусственного освещения).

Во-вторых, они дают возможность догревать забираемый из-под кровли воздух с помощью калориферов, или охлаждать его путем подмешивания наружного воздуха, охлаждаемого с помощью так называемых «влажных матросов» или адиабатических панелей, на которые подается вода. При прохождении через эти панели (или «матрасы») воздух понижает свою температуру за счет испарительного охлаждения.

В-третьих, они позволяют экономить и поддерживать оптимальный уровень  $CO_2$  в воздухе теплицы.

В-четвертых, за счет малого количества форточек в теплице экономится тепловая энергия, уменьшается коэффициент затенения.

В-пятых, за счет создания избыточного внутреннего давления такие системы позволяют защитить теплицу от проникновения вредителей и инфекционных начал.

Признавая очевидные преимущества теплиц V поколения, они, ( ) отличаются, что применяемые новые технологии при строительстве новых теплиц, не решают многие проблемы. Например, теплицы UltmaClima, ModulAIR не позволяют достаточно эффективно бороться с излишней влажностью воздуха в теплице. Именно поэтому в ней оставлены форточки. Пусть и меньшее количество, но оставлено. Такая теплица называется «полузакрытой», поскольку она не может быть полностью закрытой.

Разумеется, искусственная циркуляция воздуха в теплице имеет положительное значение, но на ее создание нужно затрачивать энергию. Вентиляторы (и всасывающие воздух из-под конька теплицы, и загоняющие воздух в теплицу через рукава под лотками с растениями) должны непрерывно работать. Воздух, подаваемый в теплицу через рукава под лотками с растениями, не может нагреваться выше 40-45°C. Соответственно, эти рукава, как видим, могут заменять ростовую трубу (трубу зонального

обогрева), но не могут служить основным элементом системы обогрева. Основную нагрузку по обогреву теплицы по-прежнему должны нести все остальные контуры водотрубной системы обогрева.

Наконец, система испарительного охлаждения воздуха может работать эффективно только в сухом климате, с низкой относительной влажностью воздуха. Именно поэтому создатели подобных технологий и таких теплиц, никогда не рекомендовали применять их в умеренном климате. Наилучшие результаты полузакрытая теплица показывает в пустынных, полусасушливых и частично умеренных климатических зонах с очень сухим летом. На территории России таких зон практически нет. Ни Крым, ни Северный Кавказ в эти зоны не попадают. Попадают только низовья Волги.

Сторонники полностью закрытой теплицы, в предлагаемой конструкции теплиц V поколения и способах модернизации управления микроклиматом видят иное решение ряда позиций.

1. Наиболее перспективными в плане внедрения новых технологий управления микроклимата представляются теплицы ангарного типа, поскольку в них (в отличие от блочных теплиц типа «Venlo») не нарушается естественная конвекция воздушных потоков.

В блочной теплице, у которой пролет перекрыт кровлей с несколькими коньками (тип «Venlo»), воздух, охлажденный на кровле, опускается вниз и смешивается уже на уровне «голов» растений с теплым воздухом, поднимающимся вверх. Именно поэтому в полузакрытой теплице циркуляция воздуха создается искусственно, путем его забора из-под кровли и подачи в производственную зону снизу через специальные рукава с помощью нагревательных вентиляторов.

В ангарной же теплице нагреваемый в теплице воздух поднимается вверх, охлаждается, соприкасаясь с наружным ограждением теплицы, и опускается вдоль стенок теплицы до самого низа, где уже смешивается с теплым воздухом, разбавляя его. Потом снова нагревается, поднимается,

охлаждается, опускается и т.д. То есть здесь естественная конвекция работает нормальным образом.

2. Естественная вертикальная конвекция воздуха в теплице дополняется вынужденной горизонтальной конвекцией, что обеспечивает абсолютно равномерное распределение воздушных потоков и, соответственно, идеальную выравненность микроклимата.

Такое, в общем-то, простое решение, позволяет разделить разнотемпературные воздушные потоки в теплице (причем разделить за счет естественной конвекции, без дополнительных затрат энергии!), предоставляя возможность управления ими: как с точки зрения поддержания в них необходимого уровня температуры, влажности и содержания CO<sub>2</sub>, так и с точки зрения кратности воздухообмена в теплице.

Кроме функции разделения разнотемпературных воздушных потоков, боковые «карманы» выполняют еще несколько важных функций, это:

- за счет наличия боковых «карманов» уменьшается температурный градиент между наружным и внутренним воздухом теплицы. А это приводит к снижению теплопотерь;

Наличие относительно холодного воздуха в боковых карманах позволяет очень эффективно избавляться от излишней влаги в воздухе. При охлаждении воздуха его относительная влажность увеличивается и может достигать «точки росы». В этом случае излишняя влага из воздуха выпадает в виде конденсата. В полностью закрытой теплице это происходит в боковых «карманах». Вся боковая поверхность теплицы на высоту бокового «кармана» - это поверхность конденсации! И размер этой поверхности у полностью закрытой теплицы ангарного типа в разы больше, чем у полузакрытой теплицы блочного типа (по отношению к общей площади теплицы)! За счет конденсации влаги на этой поверхности ее излишки удаляются из воздуха и отводятся тут же, в боковых «карманах», через дренажные коллекторы.



Таким образом, отпадает необходимость в использовании форточной вентиляции. Она полностью заменяется на приточно-вытяжную. При таком способе вентиляции наружный воздух попадает внутрь теплицы только через камеры смешения воздуха, в которые поступает через специальные клапаны с фильтрами. Принимая во внимание отсутствие форточек и избыточное внутренне давление, создаваемое высоконапорными центробежными вентиляторами, это практически полностью исключает возможность проникновения вредителей и инфекционных начал снаружи внутрь теплицы. Осуществляя забор наружного воздуха через камеры смешения воздуха, можно комбинировать соотношение объемов холодного воздуха из боковых «карманов», теплого воздуха из производственной зоны и наружного воздуха.

Особо важную роль приточно-вытяжная вентиляция играет в летнее время. В жаркое время года температура воздуха внутри теплицы за счет парникового эффекта обычно превышает температуру наружного воздуха. Справиться с этой проблемой за счет естественного проветривания через форточную вентиляцию практически невозможно. С помощью системы испарительного охлаждения в обычной теплице мы можем понизить температуру воздуха на 3-4°C, в теплице с технологией UltraClima или SuprimAir – максимум на 5-7°C (имеется в виду в нашей зоне, где влажность наружного воздуха в самый жаркий месяц не опускается ниже 60-50%).

В теплице с приточно-вытяжной вентиляцией появляется возможность, во-первых, просто вытеснить внутренний воздух наружным и, таким образом, выровнять температуру снаружи и внутри теплицы. При этом нужно понимать, что быстрее всего нагревается воздух именно в боковых «карманах». Поэтому, выдувая перегретый воздух из боковых «карманов», и подавая наружный воздух в производственную зону теплицы, мы имеем возможность вентилировать теплицу очень эффективно.

Кроме того, если использовать калориферы, установленные в камерах смешивания воздуха, для охлаждения наружного воздуха. То внутри теплицы температура будет оптимальной даже в самые жаркие летние дни. Для этого на теплообменники калориферов подается холодная вода. Самое простое решение – использовать воду из скважин. Средняя температуры воды, поднимаемой из скважин, в большинстве случаев не превышает +10°C. Этого вполне достаточно для того, чтобы эффективно понижать температуру наружного воздуха и на 10, а если надо, то и на большее количество градусов.

Полностью закрытая теплица с технологией управления разделенными воздушными потоками (технология CODA – от английского Control Of Divided Airflows) запатентована (патент РФ №2549087). Закончена разработка проектной документации на конструкцию теплицы под технологию управления разделенными воздушными потоками. По нашим расчетам один из наиболее оптимальных вариантов является теплица ангарного типа с шириной пролета 14 м. при такой ширине в теплице помещается 7 полноценных рядов подвесных лотков (центральный ряд – двойной) с проходами вокруг них, что позволяет (с учетом высоты шпалеры в 4 м) использовать любые современные технологии выращивания, включая технологию с приспускиванием растений (рис.8).

Кровля теплицы покрывается двойной пленкой с поддувом между слоями пленки. Боковые стенки – одинарный слой пленки или однослойный профилированный пластик. По коньку - вытяжные вентиляторы. У торцов теплицы по диагонали – камеры смешения воздуха с заборными клапанами для забора воздуха из бокового кармана, из производственной зоны теплицы, снаружи теплицы. Основной контур обогрева – регистры надпочвенного обогрева. Дополнительный обогрев - с помощью калориферов, размещенных в камерах смешения воздуха. Горячая вода для регистров надпочвенного обогрева и для калориферов нагрева воздуха в камерах смешения

нагревается с помощью котлов пульсирующего горения (из расчета мощности в 200 кВт по теплу на площадь 1000 м<sup>2</sup>). Все оборудование работает в автоматическом режиме (разработано специальное программное обеспечение) и управляется отечественной автоматикой по данным датчиков метеопараметров снаружи теплицы и по датчикам температуры и влажности воздуха, содержания CO<sub>2</sub> в воздухе внутри теплицы). Предварительные расчеты показывают, что со стоимостью необходимого оборудования (включая котлы!) в два раза ниже стоимости аналогичной по площади стеклянной блочной теплицы (без стоимости котельной!).

В связи с ограничением информации по технико-технологическим аспектам новых теплиц, не продолжительностью (по времени) эксплуатации теплиц V поколения оценку 2-х рассматриваемых в статье вариантов решения модернизации теплиц, считаем уместным дать словами сторонников «полностью закрытой» теплицы. Суммируя вышесказанное. Все отличия «полностью закрытой» теплицы от технологии управления разделенными воздушными потоками.

Отличия «полностью закрытой» теплицы от так называемой «полузакрытой» теплицы с технологией в UltraClimасостоят в следующем:

А) относительно вентиляции и управления воздушными потоками.

В полностью закрытой теплице:

- в камеры смешения забирается охлажденный воздух из нижней части боковых карманов, куда он попадает за счет естественной конвекции (в «полузакрытой» теплицев торцевые коридоры забирается теплый воздух из-под кровли теплицы и загоняется в теплицу через двойные рукава для создания искусственной циркуляции воздуха, т.е. с дополнительными затратами энергии);

- циркуляция воздуха создается за счет прямой подачи воздушного потока (без рукавов!) в междурядья (или подлунковое пространство) из камер смешения воздуха, расположенных по диагонали у торцов теплицы,

дополняя естественную вертикальную конвекцию вынужденной горизонтальной, разнонаправленной конвекцией вокруг средней шторы теплицы;

- в летнее время боковые карманы служат для отвода перегретого воздуха к кровле теплицы для последующего удаления через вытяжную вентиляцию (у «полузакрытой» теплицы такого механизма нет);

- в зимнее время боковые карманы не дают охлажденному воздуху напрямую смешиваться с теплым, т.е. защищают растения от стресса; служат для удаления излишней влаги из воздуха путем ее конденсации внутри карманов; создают меньший градиент перепада между внутренней и наружной температурой воздуха, т.е. уменьшают теплопотери.

Б) форточная вентиляция и камеры смешания воздуха.

- она заменена на приточно-вытяжную, что приводит к резкому снижению теплопотерь, защите внутреннего объема теплицы от проникновения в него вредителей и инфекционных начал извне;

- наличие камер смешения воздуха позволяет управлять воздушными потоками в теплице, изменяя кратность воздухообмена и климатические параметры воздуха (температура, влажность, содержание  $\text{CO}_2$ ), в том числе за счет смешения в необходимых соотношениях воздушных потоков, забираемых из боковых карманов теплицы, из ее производственной зоны, и снаружи теплицы;

Особо важно обратить внимание на отказ от использования в предлагаемой теплице целого ряда инженерных систем:

- система зашторивания (во-первых, оно просто мешает естественной конвекции воздуха; во-вторых, при отсутствии форточной вентиляции, высокой кратности воздухообмена, при меньшем температурном градиенте за счет боковых карманов потери тепла и так будут минимальными; в-третьих, та же высокая кратность воздухообмена и поддержание оптимальной температуры воздуха решают проблему перегревов и ожогов,

т.е. убирают необходимость притенения растений. В результате можно более полно использовать приходящую солнечную радиацию);

Также нет нужды в полностью закрытой теплице системы форточной вентиляции, системы распределительных воздуховодов под подвесными лотками, системы испарительного охлаждения и увлажнения воздуха, системы подачи CO<sub>2</sub>.

Кроме того авторы предлагают модернизировать систему отопления, заменив дорогостоящие котельную, тепломагистрали и баки-аккумуляторы на использование комбинированной трубо-воздушной системы отопления, в которой базовую роль будут выполнять маломощные котлы пульсирующего горения российского производства с КПД до 95%. Авторы уверены, что это позволит существенно снизить стоимость капитальных затрат и монтажных работ.

Кроме выше отмеченного, авторы нового проекта отмечают еще 2 новшества. Первое, это возможность использование боковых штор, отделяющих боковые карманы для улучшения освещенности в теплице в утренние и вечерние часы. Второе – низкая удельная металлоемкость инструкции, при возможных предельно высоких нагрузках из-за наличия центральных стоек.

Все вышеперечисленные преимущества полностью закрытой теплицы с технологией управления отдельными воздушными потоками обеспечивают: снижение стоимости теплиц до 2-х раз; повышение энергоэффективности минимум на 30-40% в сравнении с блочными теплицами «Venlo», повышение урожайности выращиваемых культур минимум на 15-20 %, за счет управления на параметрами микроклимата.

### **Выводы.**

Подводя сравнительную оценку теплиц нового поколения – «полузакрытой» и «полностью закрытой» можно сделать главный вывод: в

ближайшее время следует ожидать значимых в технологическом и экономическом плане революционных изменений в конструкции промышленных теплиц, которые с одной стороны позволят существенно увеличить объемы производства овощей во внесезонный период, а с другой – налицо необходимость разработки новой технологии, учитывающей модернизацию в новой теплице.

### Литература

1. Алиев Э.А. Технология возделывания овощных культур и грибов в защищенном грунте Учебник./Э.А. Алиев, Н.А. Смирнов. – М.: изд. Агропром, 1987. –351 с.
2. Брызгалов В.А. Овощеводство защищенного грунта. Учебник./В.Е. Советкина, Н.И. Савинова и др. М.: изд. Колос, 1995. – 351 с.
3. Антонова И.А., В 2015 году в России собран рекордный урожай овощей. Гавриш 2016 №1 6-8 с.
4. Аутко А.А. Овощеводство защищенного грунта/ А.А. Аутко, Г.И. ганум, Н.М. Долбик. – Минск.: ВЭВЭР, 2006. –320 с.
5. Гиш Р.А. Овощеводство юга России. Учебник./Р.А. Гиш, Г.С. Гикало. – Краснодар: изд. «Эдви», 2012. – 365с.
6. Защищенный грунт России. Группа авторов М.: изд. «Рамос», - 6-10 с.
7. Большую работу в одиночку не сделать! Гавриш, 2015. № 6 – 6-17 с.
8. Соколов И.С. Технологии 5-го поколения промышленных теплиц. Агробизнес., Ж. Теплицы России, 2015, №1 с. 22-23
9. Шишкин П.В., Олейников В.Н. Полностью закрытая теплица с технологией поддержания параметров микроклимата на основе управления отдельными воздушными потоками (технология CODA – ControlOfDevlidedAirflows) Теплицы России № 2, 2016. 15-20 с.

### References

1. Aliev Je.A. Tehnologija vzdelyvanija ovoshhnyh kul't i gribov v zashhishhennom grunte Uchebnik./Je.A. Aliev, N.A. Smirnov. – М.: изд. Агропром, 1987. –351 s.
2. Bryzgalov V.A. Ovoshhevodstvo zashhishhennogo grunta. Uchebnik./V.E. Sovetkina, N.I. Savinova i dr. М.: изд. Kolos, 1995. – 351 s.
3. Antonova I.A., V 2015 godu v Rossii sobran rekordnyj urozhaj ovoshhej. Gavrish 2016 №1 6-8 s.
4. Autko A.A. Ovoshhevodstvo zashhishhennogo grunta/ A.A. Autko, G.I. ganum, N.M. Dolbik. – Minsk.: VJeVJeR, 2006. –320 s.
5. Gish R.A. Ovoshhevodstvo juga Rossii. Uchebnik./R.A. Gish, G.S. Gikalo. – Krasnodar: izd. «Jedvi», 2012. – 365s.
6. Zashhishhennyj grunt Rossii. Gruppy avtorov М.: изд. «Ramos», - 6-10 s.
7. Bol'shuju rabotu v odinochku ne sdelat'! Gavrish, 2015. № 6 – 6-17 s.
8. Sokolov I.S. Tehnologii 5-go pokolenija promyshlennyh teplic. Agrobiznes., Zh. Teplicy Rossii, 2015, №1 s. 22-23

9. Shishkin P.V., Olejnikov V.N. Polnost'ju zakrytaja teplica s tehnologiej podderzhaniya parametrov mikroklimate na osnove upravlenija razdel'nymi vozdushnymi potokami (tehnologija CODA – ControlOfDevldeedAirflows) Teplicy Rossii № 2, 2016. 15-20 s.