

для двухфазных моделей ИДДП необходимы двухфазные модели устройств электропитания [6]. Поэтому создание одних моделей может повлечь необходимость создания других моделей элементов, которые будут сочетаться с исходными. В общем случае необходимо получить автоматизированный способ получения моделей различных элементов с разными допущениями. Изменения состава модели во время расчетов могут привести к проблеме сочетания переменных состояний: при переходе от одних моделей к другим количество таких переменных может либо уменьшиться (если происходит переход к более упрощенной модели), либо увеличиться.

Заключение. Рассмотрен новый подход, связанный с построением систем моделирования, который позволяет разрешать проблему противоречия между точностью и скоростью вычислений за счет построения системы моделирования с переменной структурой. Приведена проблематика разработки систем моделирования с переменной структурой для исследования аварийных режимов в индукторных двигателях двойного питания.

Литература

1. *Пятибратов Г.Я., Барыльник Д.В.* Моделирование электромеханических систем: учеб. пособие / Юж.-Рос. гос. политехн. ун-т. – Новочеркасск: Изд-во ЮРГПУ, 2013. – 103 с.
2. Система моделирования с переменной структурой для прецизионных динамических систем / *С.А. Бронов, Е.М. Курбатов, П.В. Авласко* [и др.] // Журнал СФУ. – 2014. – № 7. – С. 797–810.
3. *Курбатов Е.М., Лянсбург В.П., Бронов С.А.* // Информатика и системы управления: сб. науч. тр. – Красноярск, 2002. – Вып. 8. – С. 87–94.
4. Электромеханические системы космических аппаратов и автоматизация их проектирования / *С.А. Бронов, Е.М. Курбатов, П.В. Авласко* [и др.] // Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies 2. – Красноярск, 2012. – С.191–204.
5. *Мищенко Д.Д.* Проблемы моделирования систем динамических объектов с переменной структурой // Молодой ученый. – Челябинск, 2012. – № 4. – С. 66–69.
6. *Мищенко Д.Д.* Построение системы моделирования прецизионных систем // Технические науки: традиции и инновации. – Челябинск: Два комсомольца, 2013. – С. 6–8.
7. *Мищенко Д.Д.* Моделирование сложных динамических объектов // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 3. – С. 35–39.
8. *Краснобровкин П.С., Мищенко Д.Д.* Распределенная система идентификации статических моделей стохастических объектов // Вестник КрасГАУ. – 2014. – № 3. – С. 40–43.



УДК 628.166.085

П.П. Долгих, Ю.Л. Макулькина

ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ НА ОСНОВЕ ОПТИЧЕСКИХ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЙ

Рассмотрены вопросы разработки технологии обеззараживания питьевой воды для нужд животноводства, которая основывается на режимах работы ультрафиолетовой облучательной установки, предусматривающих обработку воды непосредственно перед поением животных.

Ключевые слова: обеззараживание воды, ультрафиолетовая облучательная установка, система автопоения животных, энергоэффективность.

INNOVATIVE SYSTEM OF DRINKING WATER DISINFECTION ON THE BASIS OF OPTICAL ELECTROTECHNOLOGY

The issues of technology development of the drinking water disinfection for animal husbandry needs that is based on the operating modes of the ultra-violet irradiating installation providing the water processing immediately before animal watering are considered.

Key words: water disinfection, ultra-violet irradiating installation, system of animal auto-watering, energy efficiency.

Технология дезинфекции с помощью ультрафиолетового излучения принята во всем мире в качестве надежного и безопасного способа обеззараживания воды. Ультрафиолетовое обеззараживание воды – сегодня один из самых эффективных методов дезинфекции, который доказал свою высокую надежность в процессе дезактивации вредоносных бактерий и микроорганизмов, которые, ко всему прочему, способствуют ухудшению вкуса воды [5].

Очистка воды подразумевает широкий спектр технологических процессов. Первая стадия – очистка воды от механических примесей, песка и ржавчины. Вторая стадия – очистка воды от нерастворенного, а далее – от растворенного железа и железобактерий. Третья стадия – очистка воды от солей, карбонатной и некарбонатной жесткости. Четвертая стадия, как правило, это очистка воды путем обеззараживания воды ультрафильтрационными системами или дозации обеззараживающими реагентами с последующим удалением осадка адсорбцией на угольных фильтрах воды [5].

Если сравнивать ультрафиолетовое обеззараживание воды с другими популярными методами дезинфекции, такими как озонирование, хлорирование, то его безусловным преимуществом является то, что при такой обработке вода не только обезвреживается от всех вредоносных бактерий, но и в ней не образуются новые микробы. При хлорировании на практике эффективность обеззараживания в ряде случаев пытаются обеспечить за счет увеличения доз хлора до больших значений, чем требуется по нормам. Однако и такие меры зачастую не обеспечивают необходимую степень инактивации вирусов и простейших, а подача первичного хлора в чрезмерно больших количествах является причиной возникновения хлорсодержащих органических соединений, что пагубно влияет на здоровье как человека, так и животного. А метод озонирования, в отличие от хлорирования, технически сложен, и для его реализации необходимо выполнение ряда последовательных технологических операций. Также озон – токсичный газ, поэтому любое его использование требует тщательного контроля техники безопасности [4, 5].

Сравнив три наиболее распространенных метода, мы пришли к выводу, что наиболее безопасным, эффективным, компактным и универсальным методом является обеззараживание воды ультрафиолетовым излучением.

Чтобы выбрать нужную лампу, надо рассчитать бактерицидный поток, который необходим для обеззараживания 1000 литров воды. Существует 2 метода расчета бактерицидной установки: по бактерицидному потоку и по количеству обеззараживаемой воды. В данном случае имеется 1000 литров воды, которые необходимо обеззаразить. Поэтому применяем методику расчета бактерицидной установки путем нахождения бактерицидного потока.

Рассчитываем необходимый бактерицидный поток

$$\Phi_{\delta} = -Q \cdot \alpha \cdot K_{\delta} \cdot \frac{\log(B/B_0)}{(1563,4 \cdot \eta_u \cdot \eta_{\delta})}, \quad (1)$$

где Q – количество воды, облучаемой в единицу времени ($Q=1 \text{ м}^3/\text{ч}$); α – коэффициент поглощения воды ($\alpha=0,15$); K_{δ} – коэффициент сопротивления бактерий, находящихся в воде ($K_{\delta} = 2450 \text{ мкб} \cdot \text{с}/\text{см}^2$); B – допустимое поле обеззараживания, количество бактерий в 1 л воды ($B=1$); B_0 – коли-

чество бактерий в 1 л воды перед началом обработки ($B_0=1000$); η_u – коэффициент использования потока лампы; η_b – коэффициент ослабления бактерицидного потока в слое воды ($\eta_b=0,9$) [1].

$$\eta_u = \alpha_{отр} + \rho_s \cdot (360 - \alpha_{отр}) / 360, \quad (2)$$

где $\alpha_{отр}$ – центральный угол в градусах между прямыми соединениями источника и ближайшей прямой отражателя ($\alpha_{отр} = 130^\circ$); ρ_s – коэффициент отражения бактерицидного потока поверхностью отражателя установки ($\rho_s=0,27$) [1].

$$1. \eta_u = 130 + 0,27 \cdot (360 - 130) / 360 = 0,53.$$

$$2. \Phi_b = -1 \cdot 0,15 \cdot 2450 \cdot \log(1/1000) / (1563,4 \cdot 0,53 \cdot 0,9) = 1,478 \text{ бк.}$$

Опираясь на уже известные конструкции, нами была вновь разработана установка для группового поения крупнорогатого скота привязного содержания на животноводческих фермах и комплексах.

Предполагается, что разработанная бактерицидная установка вводится в систему водоснабжения коровника или на существующую систему сельскохозяйственных предприятий, или комплексов [7].

Система водоснабжения коровника предусматривает обеззараживание воды УФ-излучением непосредственно перед поением животного.

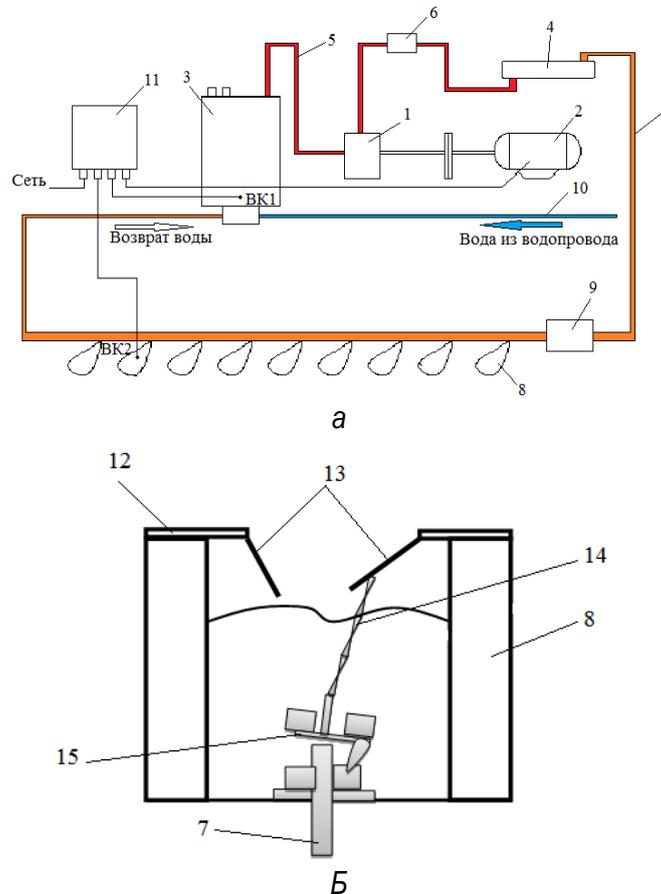


Рис. 1. Схема водоподготовки:

а – технологическая схема; б – схема поильной чаши; 1 – насос; 2 – электродвигатель; 3 – водогрейный котел; 4 – УФ-установка; 5 – трубопровод с водопроводной водой; 6 – датчик расхода воды; 7 – трубопровод с обеззараженной водой; 8 – поильные чаши; 9 – датчик давления; 10 – подающий трубопровод; 11 – шкаф управления; 12 – крышка; 13 – пружинные заслонки; 14 – поплавок; 15 – клапан

Установка содержит насос 1 с электродвигателем 2. Подогрев воды осуществляется водогрейным котлом 3, автоматизация управления которым происходит по сигналу с датчиков температуры ВК1 и ВК2. Обеззараживание воды осуществляется с помощью УФ-установки 4, расположенной на трубопроводе 5 с водопроводной водой.

Здесь также установлен датчик расхода воды 6. Система содержит трубопровод 7 с обеззараженной водой, к которому присоединены поильные чаши 8 с датчиком давления 9. Вода подается в систему из артезианской скважины по подающему трубопроводу 10. Управление системой осуществляется с помощью аппаратуры шкафа управления 11 (рис. 1, а).

Система работает следующим образом. Вода из подающего трубопровода 10 подается в водогрейный котел 3, где она подогревается до температуры 16–18 °С и подается на трубопровод 5 с водопроводной подогретой водой с помощью насоса 1 с электродвигателем 2 в УФ-установку 4. По трубопроводу 7 обеззараженная вода поступает в поильные чаши 8 (рис. 1, б).

Животное, опуская морду в отверстие крышки 12, открывает заслонки 13 вниз и потребляет воду из поильной чаши 8. При этом поплавков 14 отклоняется в сторону и открывает клапан 15. По трубопроводу 7 обеззараженная вода попадает в поильную чашу 8 (рис. 1, б).

Регулировка производительностью системы осуществляется при помощи датчика давления 9, который дает сигнал на электродвигатель 2 насоса 1, тем самым происходит регулирование объема воды в трубопроводе 5 с водопроводной водой. На трубопроводе 5 установлен датчик расхода воды, при помощи которого осуществляется регулирование режимов работы УФ-установки.

УФ-установка содержит: три бактерицидные лампы 1, мощностью 15 Вт каждая, с общим бактерицидным потоком 6000 мбк, которые находятся в кварцевом чехле; корпус из нержавеющей стали 3; входной 4 и выходной 2 патрубки (рис. 2). Общая производительность УФ-установки составляет 3 м³/ч, потребляемая мощность равна 47,7 Вт.

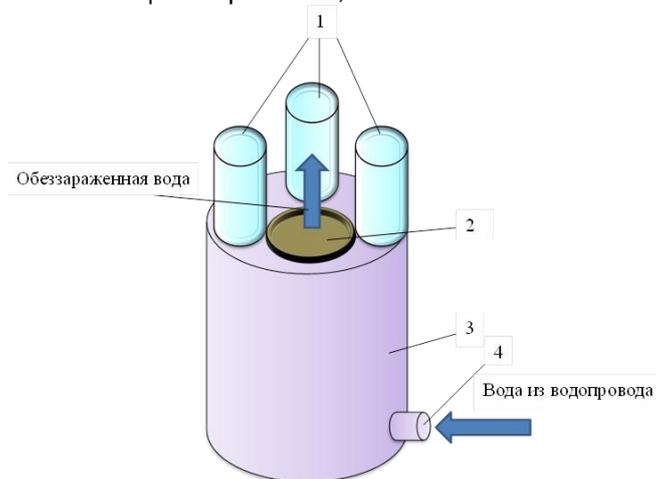


Рис. 2. Бактерицидная установка:

1 – бактерицидные лампы; 2 – выходной патрубок; 3 – корпус из нержавеющей стали; 4 – входной патрубок

Также бактерицидная установка предусматривает очистку кварцевых чехлов, не вынимая их из камеры обеззараживания, так как в процессе их работы накапливаются отложения органического и минерального происхождения на внутренней поверхности бактерицидной лампы.

На практике применяются специальные системы очистки двух типов: механическая и химическая. В первом случае специальная муфта из фторопласта, приводимая в движение специальным механизмом и плотно облегающая кварцевый чехол, периодически скользит по нему. Ее основным недостатком является низкая надежность и небольшая долговечность.

Химическая очистка является простым и эффективным методом. Она осуществляется путем циркуляции через установку воды с добавлением небольших доз пищевых кислот при помощи

промывочного насоса.

Бактерицидная установка работает в трех режимах:

- Одна лампа обеззараживает воду для трех поильных чаш одновременно при бактерицидном потоке 2000 мбк.
- Две лампы обеззараживают воду для шести поильных чаш одновременно при бактерицидном потоке 4000 мбк.
- Три лампы обеззараживают воду для девяти поильных чаш одновременно при бактерицидном потоке 6000 мбк.

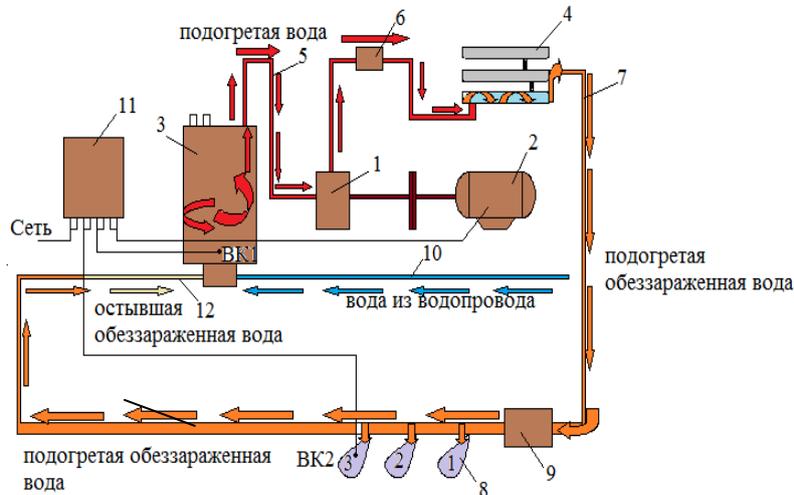


Рис. 3. Схема работы УФ-установки в режиме 1:

- 1 – насос; 2 – электродвигатель; 3 – водогрейный котел; 4 – УФ-установка с тремя бактерицидными лампами; 5 – трубопровод с подогретой водой из водопровода; 6 – датчик расхода воды; 7 – трубопровод с подогретой обеззараженной водой; 8 – поильные чаши; 9 – датчик давления; 10 – подающий трубопровод с водой из водопровода; 11 – шкаф управления; 12 – обратный трубопровод с остывшей обеззараженной водой

При воздействии животных на 1–3 поильных чаши одновременно включается одна бактерицидная лампа с бактерицидным потоком 2000 мбк, которая обеспечивает максимально эффективный режим обеззараживания. По результатам проведенных лабораторных исследований выяснили, что для получения максимального эффекта время обработки составляет 12 секунд, обеспечивая производительность 50 л/мин. По нормам на одну корову приходится от 70 литров воды летом и от 100 литров воды зимой. За одну минуту корова выпивает примерно 8 литров воды. Получается, что данная установка, производительностью 50 л/мин, обеспечивает необходимое количество обеззараженной воды для 3 коров одновременно.

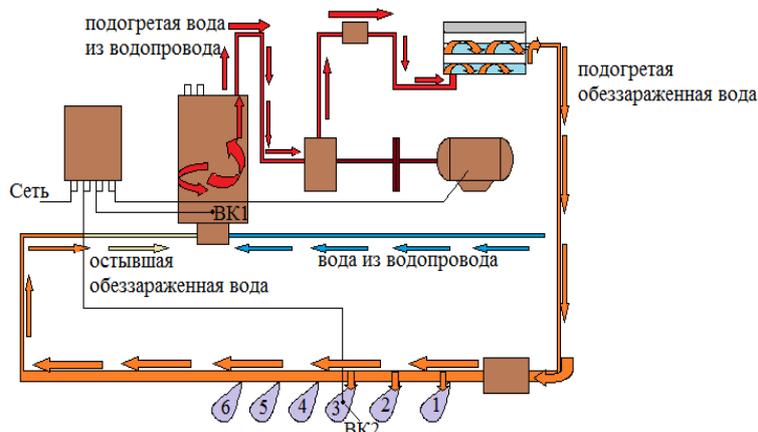


Рис. 4. Схема работы УФ-установки в режиме 2

Благодаря датчикам давления и расхода воды обеспечивается регулировка объема обеззараживаемой воды. Режим 1 работает независимо от последовательности воздействия животных на поильные чаши, т.е. животные могут воздействовать на три поилки одновременно или по очереди, независимо, это три первых поильных чаши или три последних.

Второй режим начинает работать, когда происходит воздействие сразу на 4 или 6 поильных чаш одновременно. При помощи датчика расхода воды подается сигнал на УФ-установку, и загорается вторая лампа. Известно, что газоразрядные лампы низкого давления выходят на рабочие характеристики практически мгновенно, поэтому для реализации данного режима не нужно, чтобы вторая лампа находилась в режиме ожидания. Во втором режиме производительность установки увеличивается в два раза и будет составлять около 100 л/мин.

Режим 2 работает также независимо от последовательности воздействия животными на четыре или шесть поилок одновременно, или через какой-либо промежуток времени.

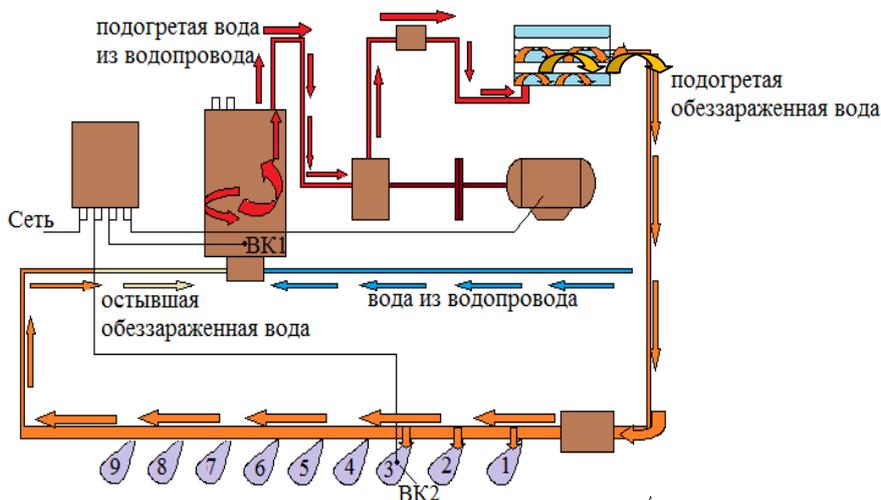


Рис. 5. Схема работы УФ-установки в режиме 3

Режим 3 включается, когда животные воздействуют на 6 или 9 поилок одновременно. Для обеспечения максимального эффекта при таком режиме включается третья бактерицидная лампа. Соответственно увеличивается производительность: 150 л/мин достаточно для поения 9 коров.

Возникает проблема перерасхода воды, так как производительность УФ-установки во всех трех режимах превышает необходимое количество обеззараженной воды для поения от одной до девяти коров. Для ее решения устанавливаем насос с регулируемым рабочим объемом. Благодаря чему возможно предотвращение перерасхода воды.

Данный метод очистки воды основывается на облучении ультрафиолетовым излучением микроорганизмов, которые находятся в воде. Причем УФ-лучам задается определенная интенсивность в течение установленного периода времени. Таким образом, ультрафиолетовое обеззараживание воды буквально стерилизует бактерии и прочие микроорганизмы, вследствие чего они теряют способность к воспроизводству.

Достоинство предлагаемой поилки в том, что вода обеззараживается непосредственно перед поением, тем самым возможность заражения животного какими-либо вирусами и простейшими снижается на 98 %. А также, как было уже сказано, независимо от дозы облучения при обеззараживании вода не меняет своих вкусовых качеств и не создает никаких побочных продуктов окисления [2].

Принятое решение по совершенствованию качества питьевой воды, применению новых обеззараживающих установок в водоснабжении экономически обуславливается показателями сравнительной экономической эффективности капитальных вложений [3, 6].

Литература

1. Баяев В.И. Практикум по электрическому освещению и облучению: учеб. пособие. – М.: КолосС, 2008. – 191 с.
2. Соколов В.Ф. Обеззараживание воды бактерицидными лучами. – М.: Стройиздат, 1964. – 234 с.
3. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования / А.Г. Шахназаров [и др.]. – М.: Теринвест, 1994. – 79 с.
4. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников: санитарно-эпидемиологические правила СанПиН 2.1.4.1175-02: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 12 нояб. 2002 г. – URL: <http://www.mhhs.ru>.
5. Преображенский А.Б. Обеззараживание воды УФ-облучением // Аква-терм. – 2002. – № 5. – URL: <http://www.inforpool.ru/obrabotka-vodi/obezzarazhivanie-vodi-uf-oblucheniem>.html.
6. Кабанова Ю.Л., Долгих П.П. Энергоэффективное обеззараживание питьевой воды с применением оптических технологий в АПК // Сиб. энергет. форум: сб. мат-лов. – Красноярск 2013. – 140 с.
7. Патент РФ №150375, МКИ⁷ А01К1/00. Устройство для автопоения животных / Долгих П.П., Кабанова Ю.Л. – Заявл. 08.07.14; опубл. 20.02.15; Бюл. № 2.



УДК 631.544.4:628.8

И.А. Федорова, П.П. Долгих

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ КЛИМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СООРУЖЕНИЯХ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

В статье рассмотрена проблема создания информационной системы для регулирования параметров микроклимата в теплице, решающей ряд задач, объединенных в подсистемы: расчет, диаграммы, отчет, сведения об изменении температуры в теплице. Это позволяет реализовать оптимальную технологию, заключающуюся в том, чтобы в любой момент времени создать такую совокупность условий, которая бы обеспечила оптимальное значение критерия эффективности.

Ключевые слова: теплица, информационная система, параметры микроклимата, фотосинтез, график, диаграмма, отчет.

I.A. Fedorova, P.P. Dolgikh

MODELING OF THE POWER EFFICIENT OPERATING MODES OF THE CLIMATIC EQUIPMENT WORK IN THE PROTECTED SOIL CONSTRUCTIONS

The problem of the information system creation for the microclimate parameter regulation in the greenhouse that solves a number of tasks united into the subsystems: calculation, diagrams, report, data on the temperature change in the greenhouse is considered in the article. It allows to implement the optimum technology which consists in the fact that in any moment it is possible to create such set of conditions that would provide the optimum value of the efficiency criterion.

Key words: greenhouse, information system, microclimate parameters, photosynthesis, schedule, diagram, report.