



8. Костина И. А., Давыдова Т. Е. Цифровизация городской среды в концепции умного города // Цифровая и отраслевая экономика. 2022. № 1 (26). С. 94–104.
9. Александрова Я.Н., Цитман Т.О. Современные тенденции преобразования города / Инженерно-строительный вестник Прикаспия: научно-технический журнал. – Астрахань: ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2021. – № 2 (36). с. 67-71.
10. Прошунина, К.А., Петрова, И.Ю. Информационная система проектной деятельности в историко-культурной среде / К.А.Прошунина, И.Ю.Петрова // Инженерно-строительный вестник Прикаспия. – 2020. – № 1 (30). – С. 78–83.
11. Филимонов А. Е, Белоглазова О. А. Проблемы внедрения инновационной концепции «Умный город» в России // Научные исследования и инновации. № 7. 2021. С. 140–145.

© Л. С. Кузякина, П. Н. Садчиков

**Ссылка для цитирования:**

Кузякина Л. С., Садчиков П. Н. Проектирование информационной системы благоустройства городской среды в разрезе пирамиды потребностей // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 1 (47). С. 132–137.

УДК 631.171 ; 631.234

DOI 10.52684/2312-3702-2024-47-1-137-142

## АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ТЕПЛИЧНЫХ ХОЗЯЙСТВАХ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

*Л. П. Скрипко, А. А. Скрипко*

**Скрипко Людмила Петровна**, кандидат педагогических наук, доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины и наземный транспорт», Астраханский государственный технический университет; Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, тел.: + 7 (917) 174-47-10; e-mail: skripkoanastasia@mail.ru;

**Скрипко Анастасия Андреевна**, магистрант, Астраханский государственный технический университет, тел.: + 7 (988) 599-72-12; e-mail: skripkoanastasia@mail.ru

Одни из важных задач Российской Федерации, касающиеся сельского хозяйства – улучшение производственных показателей при сборке урожая, отказ от импорта овощей, повышение урожайности в нашем крае, уменьшение затрат при транспортировке. В данной работе представлена автоматизированная система управления в тепличном хозяйстве на базе контроллеров Arduino и программном обеспечении ONI PLR Studio для эксплуатации. Актуальность заключается в необходимости создания автоматизированной системы управления в тепличном хозяйстве для обеспечения населения круглогодично зелеными культурами. Система управления позволяет экономить использование водных ресурсов вдали от водозаборов, электроэнергию, рабочую силу, время. Научная новизна работы состоит в создании соответствующих режимов системы климат-контроля в теплицах для облегчения труда в сельском хозяйстве. Программа ONI PLR решает задачи контроля над выращиванием сельскохозяйственной продукции, выведении новых сортов растений, управлении технологическим процессом с помощью определенных сигналов.

**Ключевые слова:** система контроля, климат-контроль, автоматизированная система, тепличное хозяйство, программное обеспечение.

## AUTOMATED CONTROL SYSTEMS IN GREENHOUSES IN THE ASTRAKHAN REGION

*L.P. Skripko, A. A. Skripko*

**Skripko Lyudmila Petrovna**, Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor of the Department of General Engineering Disciplines and Land Transport, Astrakhan State Technical University; Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (917) 174-47-10; e-mail: skripkoanastasia@mail.ru;

**Skripko Anastasiya Andreyevna**, undergraduate student, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russian Federation, phone: + 7 (988) 599-72-12; e-mail: skripkoanastasia@mail.ru

One of the important tasks of the Russian Federation related to agriculture is to improve production indicators during harvest, refuse to import vegetables, increase yields in our region, and reduce transportation costs. This paper presents an automated control system in a greenhouse based on Arduino controllers and ONI PLR Studio software for operation. The relevance lies in the need to create an automated management system in a greenhouse to provide the population with year-round green crops. The management system allows you to save the use of water resources away from water intakes, electricity, labor, and time. The scientific novelty of the work consists in the creation of appropriate modes of the climate control system in greenhouses to facilitate work in agriculture. The ONI PLR program solves the tasks of controlling the cultivation of agricultural products, breeding new plant varieties, and managing technological.

**Keywords:** control system, climate control, automated system, greenhouse, software.

### Введение

Главные задачи Российской Федерации – это заполнить внутренний рынок своей сельскохозяйственной продукцией, отказаться от импортирования сельскохозяйственных товаров и тем самым сократить затраты на транспортировку, повысить урожайность в регионах. [1] Астраханский край занимает большую площадь, около 44000 км<sup>2</sup>. Однако, климат пустыни и полупустыни не благоприятно сказывается на беспрепятственном

выращивании сельскохозяйственных продуктов. Весна является временем перепад температур в сопровождении порывистых ветров. В летнее время года температура воздуха превосходит + 40 °С. Такие погодные условия пагубно влияют на урожайность в крае. Сохранить урожайность – это значит создать растениям благоприятные условия для роста, оградить их от палящего солнца и ветров. Это станет возможным с применением тепличных хозяйств. Теплица имеет ряд преимуществ над

выращиванием овощей в открытых грунтах. Главное – это автоматизированный контроль и управление над процессом созревания [2, 3].

### Материалы исследования

Анализ научной литературы позволил сделать вывод о том, что умные теплицы оснащены современным оборудованием, с помощью которого происходит контроль над всеми параметрами, необходимыми для безболезненного роста растений и их раннего созревания [4].

В теплице, приведенной на рисунке 1, есть контроль освещения, который производится с помощью датчиков освещенности. Если света недостаточно, срабатывает датчик и происходит включение искусственного освещения. Датчики освещенности (освещения), построенные на базе фоторезисторов. Фоторезистор позволяет контролировать уровень освещенности и реагировать на его изменение. Основной характеристикой обычного резистора является величина его сопротивления. От него зависят напряжение и ток, с помощью резистора мы выставляем нужные режимы работы.

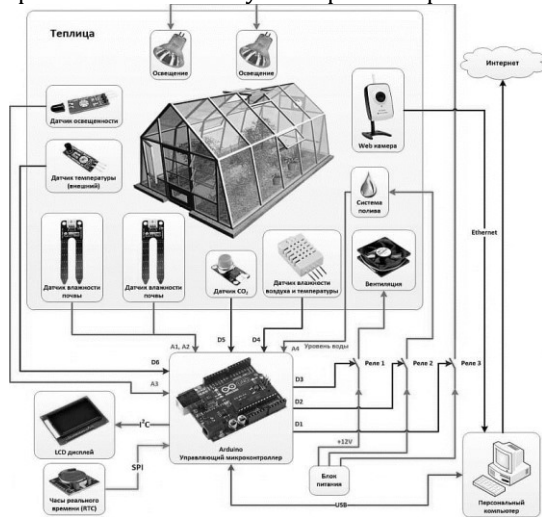


Рис. 1. Пример работы автоматизированной системы в теплице

У Датчик внешней температуры воздуха отвечает за включение обогрева внутри теплицы, например, при резком перепаде температуры в ночное время ранней весной.

Идеальная температура в теплице считается в пределах от 25 до 30 °С тепла и подходит для выращивания почти всех видов растений. Датчик влажности почвы осуществляет контроль и управление поливом и защищает растения от пересыхания почвы или чрезмерного полива [5].

Датчики CO<sub>2</sub> осуществляют контроль за содержанием углекислого газа в теплице, необходимость которого состоит в улучшении созревания культур, образования цветков, закладки плодов.

Система вентиляции включает в себя датчик влажности воздуха и температуры. Датчики освещения и вентиляции служат для стимуляции корневой системы и формирования крепкого стержня растений.

Основным элементом автоматической системы проветривания является небольшой гидроцилиндр,

который открывает фрамуги, полость которого наполнена специальной жидкостью. При повышении температуры жидкость расширяется и выдвигает поршень, который и открывает фрамугу. При снижении температуры жидкость сжимается, и под действием пружины поршень возвращается, закрывая окно [6]. правление «умной» теплицей производится с помощью контроллера. Он включает в себя CCD дисплей, часы реального времени, блок питания, персональный компьютер и систему Ethernet. К недостаткам в обслуживании таких теплиц относятся большие энергозатраты и водозатраты [7, 8].

Цель работы – разработать инновационную программу, связанную с абсолютно новым режимом полива, основанным на системе замкнутого водоснабжения. С помощью такой программы можно создать условия наиболее экономичные, как в плане энергоресурсов, так и водных запасов, расположенных вдали от водозаборов. Решить экологические проблемы загрязнения воды в реках и водоемах.

Научная новизна заключается в создании новой автоматизированной системы климат-контроля в тепличных хозяйствах.

### Пакет программ для автоматизированной системы замкнутого водоснабжения в тепличном хозяйстве

На рисунке 2 представлена структурная схема системы полива. Вода в накопительной емкости поступает через кран (1) и попадает в накопитель (2), который оснащен теплообменом (3). Из накопителя вода попадает в узел смешивания растворов удобрений с водой (4) и через фильтр путем капельного полива (5) оснащает почву (6) водой и нитратами, необходимые для роста и созревания сельскохозяйственных культур. Замкнутое водоснабжение оснащено емкостью для сбора дренажа (7). Пройдя дезинфекцию в емкости (8) и фильтрацию путем осмоса (9), вода снова попадает в накопитель (2) [9].

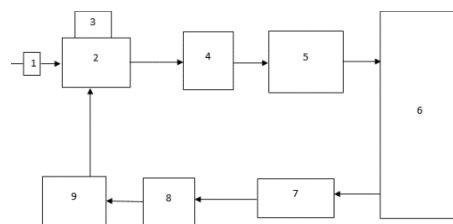


Рис. 2. Структурная схема системы полива

На рисунке 3 представлена структурная схема автоматического контроля и управления за системой полива. За контроль уровня воды в накопителе отвечает датчик № 1. Если уровня воды ниже нормы, то открывается кран и вода с внешней стороны поступает в накопитель. Далее она многократно циркулирует в теплице. Контроль за температурой воды осуществляется с помощью датчика № 2. Необходимость полива показывает датчик влажности почвы № 3, за подачу воды отвечает датчик № 4. Необходимое количество и частота внесения в почву подкормки под контролем благодаря датчику № 4. В данную систему входит датчик слива воды № 6 и датчик очистки воды № 7 [10].

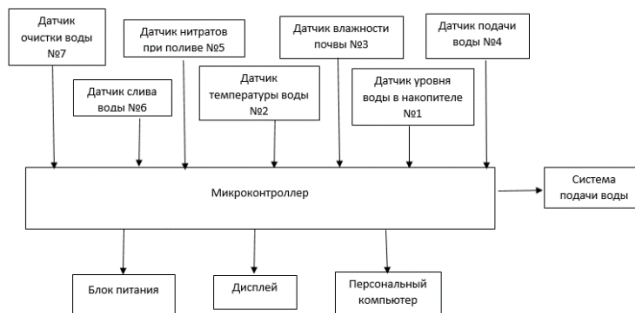


Рис. 3. Структурная схема автоматического контроля и управления системы полива

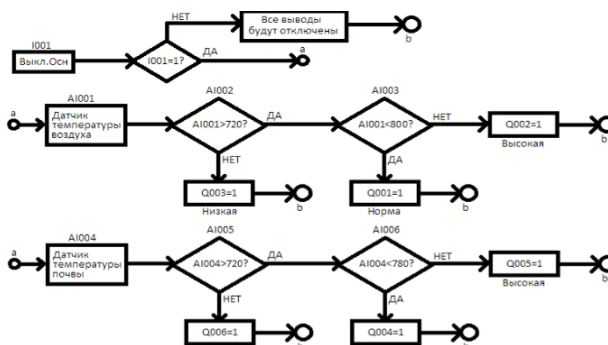


Рис. 4. Блок-схемы алгоритма работы датчиков температуры воздуха и температуры почвы

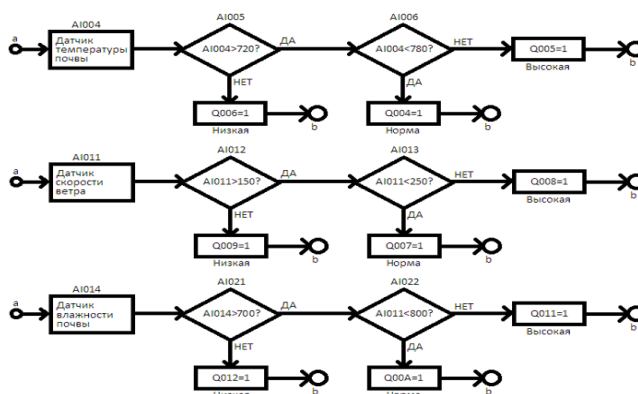


Рис. 5. Блок-схемы алгоритма работы датчиков температуры воздуха, скорости ветра и влажности почвы

Система управления основана на программном обеспечении ONI PLR Studio и обладает всем необходимым функционалом. Контроль и управление осуществляется на базе микроконтроллера и программного обеспечения. Для работы необходим персональный компьютер, стабильное соединение системы Ethernet, дисплей, блок питания. ONI PLR Studio представляет простой веб-интерфейс с офлайн-стимулятором, предназначенный для программируемых реле. Логические реле запрограммированы для базовых систем автоматизированного управления. Благодаря программе можно получать информацию о датчиках, редактировать параметры при помощи дистанционного управления. Проект строится в режиме конструктора. Составляющие программы следующие: счетчики, генераторы импульсов, мультиплексоры, регистры записи данных и компараторы. Уникальность программы – это работа сразу с несколькими датчиками в разных вкладках, создание релейно-контактных схем, объединение их в блоки, режимом отладки ошибок и работой с любой операционной системой Windows [11].

Алгоритм программы, основанный на использовании интеллектуального метода, обеспечивает автоматизированный контроль и управление параметрами системы [12, 13]. На рисунке 4 представлены блок-схемы алгоритма работы датчики температуры воздуха и температуры почвы.

На рисунке 5 показаны блок-схемы алгоритма работы датчиков температуры воздуха, скорости ветра и влажности почвы.

На рисунке 6 представлены блок-схемы алгоритма работы датчиков освещенности, питания воздуха, давления воды и обеззараживателя.

На рисунке 7 показаны блок-схемы работы датчиков питания и влажности воздуха.

На рисунке 8 представлена блок-схема алгоритма работы уровнемера.

Представленный проект выполнен на пробной версии программной среды ONI PLR Studio. На рисунке 9 показано написание программы в программной среде ONI PLR Studio.

Для наглядности данного проекта создан макет теплицы с автоматизированной системой управления, включающую замкнутое водоснабжение (рис. 10).

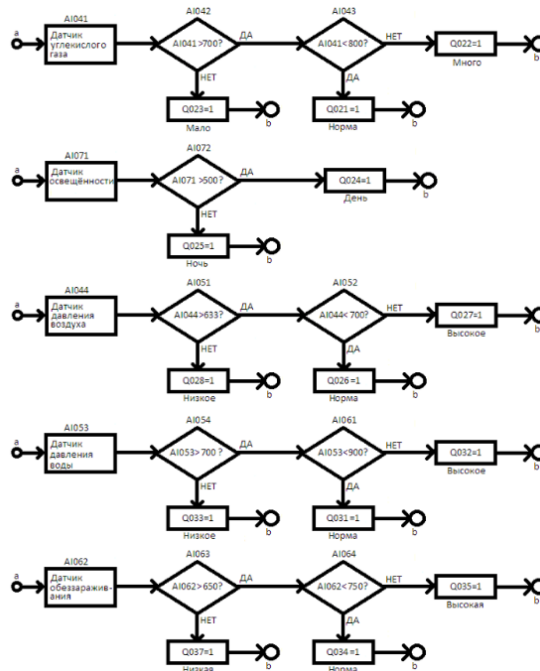


Рис. 6. Блок-схемы алгоритма работы датчиков освещенности, питания воздуха, давления воздуха, давления воды и обеззараживателя

Написан пакет программ для адаптации теплицы в Астраханском крае. Ведется работа над анализом рынка сбыта и существующих «умных» теплиц. В первую очередь рассматриваются

предприятия в Астраханской области, такие как «Кедр» и другие [14, 15].

В плане стоит проанализировать заинтересованные в автоматизированной системе тепличные хозяйства Российской Федерации и ближнее зарубежье.

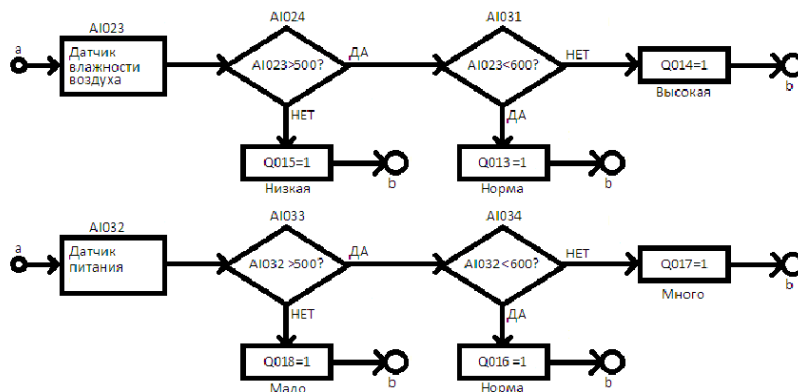
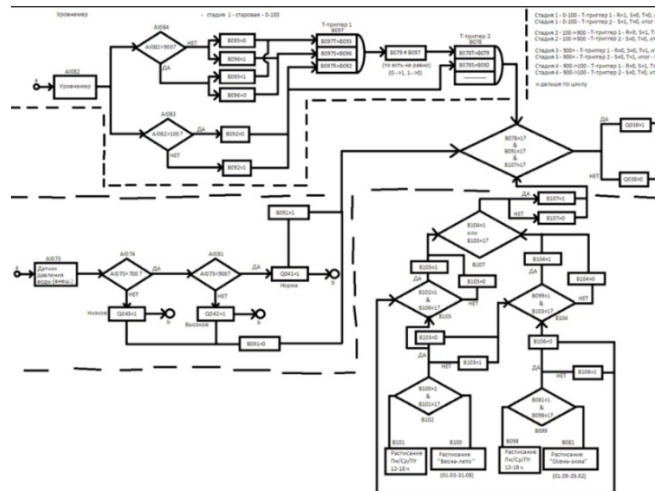


Рис. 7. Блок-схемы работы датчиков питания и влажности воздуха



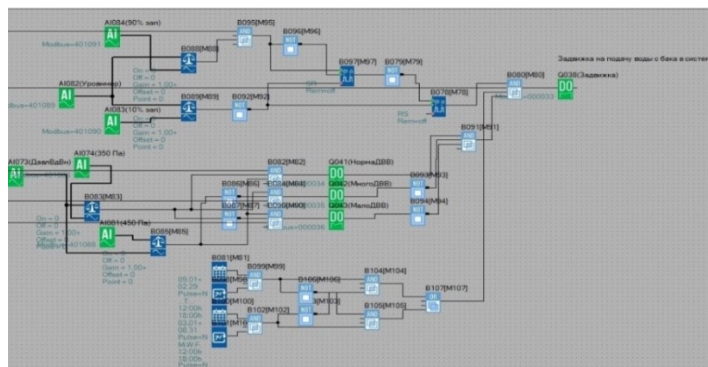


Рис. 9. Написание программы в программной среде ONI PLR Studio



Рис. 10. Макет теплицы с автоматизированной системой управления

### Заключение

Погодные условия, климат Восточно-Европейской равнины создают плацдарм для развития сельского хозяйства. Для бесперебойной работы аграриев необходимы тепличные хозяйства, которых в нашем крае недостаточно. Созданная нами автоматизированная система, включающая систему замкнутого водоснабжения, поможет повысить урожайность, сократить время обработки и увеличить прибыль, за счет контроля параметров, таких как температура, влажность, освещенность, давление, полив, наличие углекислого газа и нитратов необходимых для роста и развития сельскохозяйственных культур.

Предлагаемый проект имеет ряд достоинств. Он экономичен, как в энергетическом плане, так и в водных ресурсах. Автоматизированная система с

замкнутым водоснабжением предназначена для самостоятельного обслуживания агропромышленных культур, поддержания идеальных температур и влажности в течении всего года. Наличие автоматики для проветривания, освещения, подкормки благоприятно сказывается на высокой урожайности. Наличие автоматизированной системы управления уменьшает размер человека в функциональных возможностях теплицы. Пользовательский вход ограничивается корректировкой программного обеспечения и непосредственной установкой параметров контроллера. Корректировка может проводиться удаленно через компьютер. Автоматизированная система замкнутого водоснабжения в теплицах решает экологическую проблему, связанную с загрязнением водоемов.

В данной работе представлена структурная схема, алгоритм работы и пакет программ. Предлагаемая модель может быть использована в тепличных хозяйствах, которые в ней нуждаются. На рынке существуют такие системы. Однако разработанная нами автоматизированная система экономична за счет системы замкнутого водоснабжения.

### Список литературы

1. Попов А.А. Агропромышленный комплекс России: проблемы и решения. -- М.: ЗАО «Издательство «Экономика», 2003. - 409с.
2. Афанасьева, О.Г. Агропромышленный комплекс ПФО России: итоги и проблемы / О.Г. Афанасьева. - М.: LAP Lambert Academic Publishing, 2018. - 160 с.
3. Завьялов, Д. В. Индикаторы устойчивого развития агропромышленного комплекса / Д.В. Завьялов. - М.: Синергия, 2017. - 339 с.
4. Гайрабекова Т. И., Шушев Т. В., Аминул Л. Б. Концептуальная модель системы информационно- аналитической обеспечения управления агропромышленного комплекса // Инженерно-строительный вестник Прикаспия / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2023. No 1 (43). С. 84-90.
5. Егоров И. С. Уменьшение загрязнения водоемов бытовыми сточными водами // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский инженерно-строительный институт. Астрахань : ГАОУ АО ВПО «АИСИ», 2015. No 3 (13). С. 13-16.
6. Автоматическая теплица [электронный ресурс] URL: <http://umnayateplica.ru/>
7. L. Skripko and A. Skripko, "Automated Control System for Large Greenhouses and Fish Farms," 2023 7th International Conference on Information, Control, and Communication Technologies (ICCT), Astrakhan, Russian Federation, 2023, pp. 1-3, doi: 10.1109/ICCT58878.2023.10347057.
8. Скрипко Л.П., Скрипко А.А. Автоматизация системы замкнутого водоснабжения для объектов аквакультуры. Журнал: Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: управление, вычислительная техника и информатика. Том 2021 № 3, 2021. С. 49-55
9. Машинные технологии и технические средства нового поколения для производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции / И. В. Горбачев [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2014. – № 3. – С. 2-5.
10. Скрипко Л.П., Скрипко А.А. Автоматизированные системы и их применение в производственных процессах. 65-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, Астрахань, 26-30 апреля 2021 года: материалы / Астраханский государственный технический университет. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2021. – 1 CD-ROM. – Систем. требования: Microsoft Windows XP и выше. – Загл. с титул. экрана. – Текст. Изображение: электронные. С. 692-694
11. Программируемые логические реле ONI PLR-S СИСТЕМНОЕ РУКОВОДСТВО [электронный ресурс] URL: <https://oni-system.com/upload/oni-system/produktsiya/2017-02-03-plr-s-sistemnoe-rukovodstvo.pdf>
12. Скрипко Л.П., Скрипко А.А. «Применение интеллектуального метода для автоматизации тепличных хозяйств» 67-я Международная научная конференция Астраханского государственного технического университета, Астрахань, 29-31 мая 2023 года : материалы / Астраханский государственный технический университет. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2023. – 1 CD-ROM. – Систем. требования: Microsoft Windows XP и выше. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

13. Скрипко А.А. «Разработка пакета программ для автоматизированной системы замкнутого водоснабжения» С88 СТУ-ДЕНТ ГОДА 2021 : сборник статей II Международного учебно-исследовательского конкурса (15 декабря 2021 г.). В 6 частях. Часть 3. – Петрозаводск : МЦНП «Новая наука», 2021. – 501 с. : ил. – Коллектив авторов.

14. Скрипко А.А., Скрипко Л.П. «Решение агропромышленных проблем в тепличных хозяйствах» Международная студенческая научно-техническая конференция Астраханского государственного технического университета, 17-22 апреля 2023 года : материалы / Астраханский государственный технический университет. – Астрахань : Изд-во АГТУ, 2023. – 1 CD-ROM. – Систем. требования: Microsoft Windows XP и выше. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

15. Барабанова Е.А., Вытовтов К.А., Гладких Т.Я., Мигачев А.Н. Экологический мониторинг загрязнений водной поверхности в видимом диапазоне с использованием бпла // Физические основы приборостроения. 2022. Т. 11. № 4 (46). С. 60-67.

© Л. П. Скрипко, А. А. Скрипко

**Ссылка для цитирования:**

Скрипко Л. П., Скрипко А. А. Автоматизированные системы управления в тепличных хозяйствах Астраханской области // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГБОУ АО ВО «АГАСУ», 2024. № 1 (47). С. 137-142.

УДК 519.852

DOI 10.52684/2312-3702-2024-47-1-142-145

**АГРЕГИРОВАННЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЖИЛОГО ФОНДА РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*С. И. Носков, И. В. Овсянников*

**Носков Сергей Иванович**, доктор технических наук, профессор кафедры «Информационные системы и защита информации», Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск Российская Федерация, e-mail: sergey.noskov.57@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4097-2720>;

**Овсянников Иван Владимирович**, студент, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск Российская Федерация, e-mail: bidanocka@gmail.com

Данное исследование нацелено на разработку и усовершенствование методов агрегирования частных критериев, используемых для оценки состояния жилого фонда регионов Российской Федерации. В контексте задач векторной оптимизации, основанных, в частности, на построении линейной свертки этих критериев, рассматриваются способы формирования агрегированных критериев, позволяющих более объективно оценить эффективность формирования жилого фонда. Основными элементами подхода к формированию агрегированного критерия являются анализ характеристик ввода в эксплуатацию жилищных объектов и экспертные оценки. Это позволяет свести задачу агрегирования к задаче построения линейной свертки частных характеристик, реализация которой приводит к использованию методов линейного программирования. В работе также представлено описание специализированного программного обеспечения, разработанного для автоматизации процесса агрегирования критериев, которое способно выявлять возможную несовместимость экспертных оценок и предлагать при этом способы поиска решения задачи линейного программирования. Исследование ориентировано на анализ состояния жилищного фонда с целью поддержки управленческих решений и оптимизации используемых ресурсов.

**Ключевые слова:** векторная оптимизация, агрегирование частных критериев, линейная свертка, задача линейного программирования, многокритериальные задачи, автоматизация, квазирешение.

**AGGREGATE CRITERION FOR ASSESSING THE CONDITION OF THE HOUSING STOCK OF THE REGIONS OF THE RUSSIAN FEDERATION**

*S. I. Noskov I. V. Ovsyannikov*

**Noskov Sergey Ivanovich**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department "Information Systems and Information Security", Irkutsk State Transport University, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: sergey.noskov.57@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4097-2720>;

**Ovsyannikov Ivan Vladimirovich**, student, Irkutsk State University of Transport, Irkutsk, Russian Federation, e-mail: bidanocka@gmail.com

This paper is aimed at developing and improving methods for aggregating private criteria used to assess the state of the housing stock in the regions of the Russian Federation. In the context of vector optimization problems, based, in particular, on the construction of a linear convolution of these criteria, methods for forming aggregated criteria are considered that allow a more objective assessment of the efficiency of the formation of the housing stock. The main elements of the approach to the formation of aggregate criteria are the analysis of the characteristics of housing facilities and expert assessments. This allows us to reduce the aggregation problem to the problem of constructing a linear convolution of partial characteristics, the implementation of which leads to the use of linear programming methods. The work also presents specialized software developed to automate the process of aggregating criteria, which is capable of identifying possible inconsistencies in expert assessments and suggesting ways to find a solution to a linear programming problem if it is incompatible. The study is focused on analyzing the state of the housing stock in order to support management decisions and optimize the resources used.

**Keywords:** vector optimization, aggregation of partial criteria, linear convolution, linear programming methods, multicriteria problems, automation of analysis, quasi-solution.

**Введение**

Сфера жилищного строительства является неотъемлемой частью социальной инфраструктуры и играет важную роль в обеспечении

жилищных потребностей населения, в том числе в Российской Федерации. Эффективность управления этой сферой является ключевым фактором в обеспечении доступности качественного жилья и