



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

“БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”



# НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Материалы международной научной-технической конференции

(Брест, 27-28 мая 2019 года)

Брест 2019

## СОДЕРЖАНИЕ

### УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИМИ СИСТЕМАМИ, АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ПРОМЫШЛЕННАЯ РОБОТОТЕХНИКА

**Golak K.**

The method of the airplane control condition evaluation  
in flight based on its ground tests..... 4

**Pawluszewicz E.**

On stabilization of nonlinear control systems with Grünwald-Letnikov  
h-difference fractional operator ..... 7

**Golak K., Grądzki R.**

The method of the pipeline damage detection using the additional  
instrumentation – correctors..... 10

**Прокопеня О.Н., Минько И.А., Вабищевич Л.И., Клопоцкий А.А.**

Минимизация траектории движения мобильного робота..... 13

**Белоцерковский М.А., Белявин К.Е., Сосновский И.А., Курилёнок А.А.**

Автоматическое регулирование и стабилизация  
режимов нагрева в процессе центробежной индукционной  
наплавки порошковых покрытий ..... 17

**Новичихин Р.В., Журавлёва Е.Р.**

Безопасность промышленных роботов..... 20

**Козырь А.В., Штепа В.Н., Заец Н.А.**

Ресурсные потоки автоматизированных установок  
замкнутого водоснабжения ..... 22

**Ярошевич А.В., Клопоцкий А.А.**

Автоматическая система управляемой компенсации реактивной  
мощности в электрических сетях ..... 24

**Прокопеня О.Н., Воробей И.С., Вабищевич Л.И., Тромза Т.В.**

Система управления двухколесным мобильным роботом..... 27

**Бочарови Н.В.**

Особенности информационного моделирования  
строительных конструкций в проектировании и строительстве..... 31

## РЕСУРСНЫЕ ПОТОКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Козырь А.В.<sup>1</sup>, Штена В.Н.<sup>1</sup>, Заец Н.А.<sup>2</sup>*

- 1) Полесский государственный университет, г. Пинск, Республика Беларусь
- 2) Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины, г. Киев, Украина

Основным технологическим компонентом автоматизированных установок замкнутого водоснабжения (АУЗВ) являются рыбоводные емкости содержания гидробионтов [1]. Для обеспечения максимального выхода продукции необходимо производить кормление специализированными сбалансированными комбикормами. При этом потери технических вод в АУЗВ составляют от 5% до 25%, в зависимости от типа фильтрации и температуры растворов в установках – для его восполнения производится подпитка емкости накопителя и системы водоподготовки установки. Вместе с тем для эффективного функционирования аквапонного модуля необходимо обеспечить: подачу воды из рыбоводных емкостей содержащую питательные азотистые соединения; подвод углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ) и интенсивное освещение.

С учётом того, что побочными продуктами, получаемыми в технологических процессах, являются фекальные массы, шламы, соединения азота – в байпасном контуре АУЗВ обосновано включить блоки водоочистки (рис. 1).

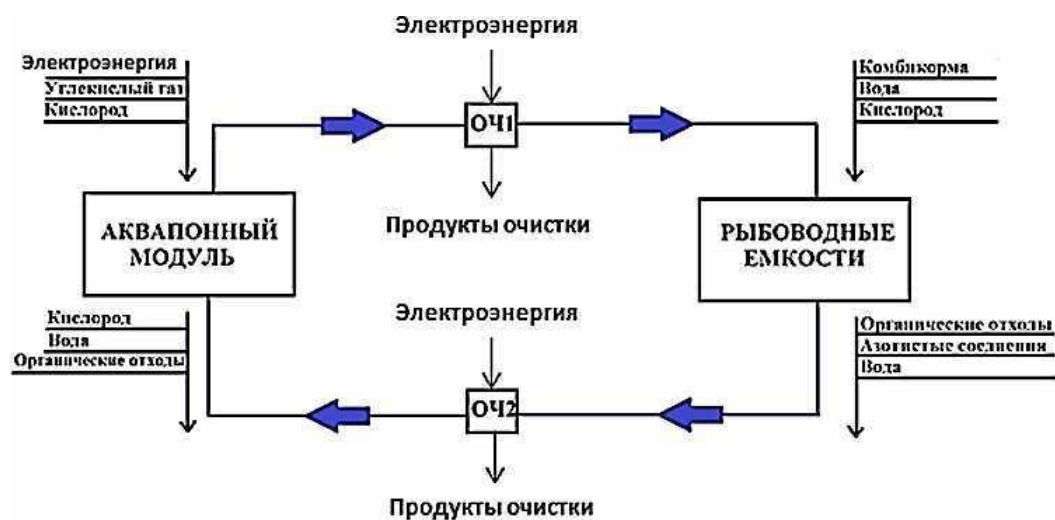


Рис. 1. Модель ресурсных потоков АУЗВ (с указанием базовых отходов технологических процессов без детализации по системе автоматизации): ОЧ – блоки водоочистки

Ресурсные потоки АУЗВ предлагаемой компоновки (см. рис. 1) прежде всего ориентированы на использование электроэнергетики (табл. 1).

Таблица 1 – Описание ресурсных потоков АУЗВ необходимых для обеспечения технологических процессов

<b>Ресурсный поток</b>	<b>Описание ресурсного потока</b>
Электроэнергия (ключевой энергетический ресурс поддержания системности работы АУЗВ)	Используется для: работы системы автоматизации (включая регулирующие органы и исполнительные механизмы), реализации процессов водоочистки, освещения растений в аквапонном модуле
Корм	Подается в рыбоводные емкости для кормления гидробионтов
Вода	В процессе работы АУЗВ расход воды составляет от 5% до 25% объема всей системы. Необходимо производить подпитку установки через емкости накопители и систему водоподготовки
Кислород	Используется для обеспечения процессов дыхания гидробионтов и растений. Образуется в результате реакции фотосинтеза в аквапонном модуле
Органические соединения	Являются продуктом жизнедеятельности гидробионтов и растений. Требуют незамедлительного удаления из системы
Азотистые соединения	Продукт выделяемый гидробионтами при потреблении комбикормов. Требуется их своевременного удаления из АУЗВ.
Углекислый газ	Необходим растениям в аквапонном модуле для проведения реакций фотосинтеза и получения большего количества фитопродукции с 1 м <sup>2</sup> полезной площади системы

При этом задачами блоков водоочистки являются (см. рис. 1):

- «ОЧ1» – максимальная очистка воды, с ориентацией на удаление органических загрязнителей при выполнении ограничений по ресурсоэффективности; возможно применение электрохимических окислителей с озонализмом и ультразвуковой интенсификацией функционирования таких агрегатов [2];

- «ОЧ2» – объектно-ориентированная очистка водных растворов с акцентированием на питательных веществах необходимых для качественного функционирования аквапонного модуля; возможно применение электрохимических элементов с активацией водных сред для перевода питательных веществ в более усвояемые формы.

Научно-практическое решение задачи создания такой АУЗВ (см. рис. 1) усложняется, поскольку общим недостатком методов водоочистки (особенно при их комбинировании) является то, что необходимо контролировать в режиме реального времени десятки параметров качества воды и технологических процессов, а существуют и надёжно работают на промышленных объектах только единицы автоматизированных измерительных приборов [3]. При этом при классическом проектировании АУЗВ не учитывается возможность действия нештатных ситуаций, хотя для рационального использования такого оборудования это необходимо.

**Выводы.** Создание ресурсоэффективных автоматизированных установок замкнутого водоснабжения обосновано должно включать: первичное комплексное проектирование аквапонного, рыбоводного водоочистительных элементов с системой автоматизации и обвязкой; синтез ресурсных балансов и оптимизация предыдущих проектных решений согласно критерия минимизация затрат на выполнения технологических процессов; практическая реализация АУЗВ с физическим моделированием функционирования блоков водоочистки; уточнение режимных параметров и структуры системы автоматизации.

### **СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1. Machiels M.A.M. and Henken A.M. A dynamic simulation model for growth of the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). III. The effect of body composition on growth and feed intake. // *Aquaculture*, 1986. 60,-P. 55-71
2. Штепа В.Н. Экспериментально-аналитические исследования комбинированных систем водоочистки / В.Н. Штепа // *Агропанорама: научно-технический журнал*. – Минск, БГАТУ. – 2015.– № 6 (112) – С. 31 – 37.
3. Вероятностные нейронные сети в задачах управления комбинированными системами водоочистки / В.Н. Штепа, Н.А. Заец, О.Н. Прокопеня, Н.Н. Луцкая // *Вестник Брестского государственного технического университета. Сер. Водохозяйственное строительство, теплоэнергетика и геоэкология: научно теоретический журнал*. – 2018. – № 2 (110). – С. 88–90.