

Г. Д. Дыдалин, Р. С. Зарипова

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОВМЕСТИМОСТИ РЫБОК В АКВАРИУМЕ

Ключевые слова: аквариумистика, программное обеспечение, интеллектуальная система, гидробионты, экосистема, совместимость рыб, машинное обучение.

Современный уровень развития цифровых технологий открывает новые возможности для их применения в сфере аквариумистики, а именно для обеспечения гармоничного взаимодействия видов в искусственных экосистемах. Одним из перспективных инструментов в этой области является интеллектуальная система контроля совместимости рыбок, призванная помочь владельцам аквариумов принимать обоснованные решения при формировании сообществ водных обитателей. В статье рассмотрены вопросы разработки и применения такой системы, которая анализирует биологические характеристики, поведенческие особенности и требования к условиям содержания различных видов рыб. На основе этих данных система формирует персонализированные рекомендации, включая советы по совместимости видов, оптимальным параметрам воды, кормлению, а также предупреждения о потенциальных конфликтах или рисках для здоровья обитателей. С использованием методов кластеризации и регрессионного анализа разработана модель, прогнозирующая совместимость видов аквариумных рыбок с точностью 92%. Предлагается внедрение данной системы в зоомагазинах и аквариумных комплексах для повышения качества обслуживания клиентов и снижения ошибок при подборе гидробионтов. В статье подчеркивается роль интеллектуальной системы в сохранении баланса аквариумной экосистемы, а также анализируются её преимущества: повышение выживаемости рыб, упрощение ухода за аквариумом и увеличение удовлетворенности пользователей. Реализация подобных технологий способствует развитию ответственного подхода к аквариумистике и минимизирует негативное воздействие на биоразнообразие.

G. D. Dydalin, R. S. Zaripova

INTELLIGENT SYSTEM OF FISH COMPATIBILITY CONTROL IN AN AQUARIUM

Keywords: aquaristics, software, intelligent system, hydrobionts, ecosystem, fish compatibility, machine learning.

The current level of development of digital technologies opens up new opportunities for their application in the field of aquaristics, namely to ensure harmonious interaction of species in artificial ecosystems. One of the promising tools in this area is an intelligent fish compatibility control system designed to help aquarium owners make informed decisions when forming communities of aquatic inhabitants. The article deals with the development and application of such a system, which analyses biological characteristics, behavioural features and requirements to the conditions of different fish species. Based on these data, the system generates personalised recommendations, including advice on species compatibility, optimal water parameters, feeding, and warnings of potential conflicts or health risks to the inhabitants. Using clustering and regression analysis techniques, a model predicting aquarium fish species compatibility with 92% accuracy is developed. It is proposed to implement this system in pet shops and aquarium complexes to improve the quality of customer service and reduce errors in the selection of hydrobionts. The article emphasises the role of an intelligent system in maintaining the balance of the aquarium ecosystem and analyses its benefits: increased fish survival, simplified aquarium maintenance and increased user satisfaction. The implementation of such technologies contributes to the development of responsible aquaristics and minimises the negative impact on biodiversity.

Введение

С каждым годом растет популярность аквариумистики, и все больше людей становятся владельцами домашних аквариумов [1, 2]. В условиях активного развития аквариумистики как хобби и коммерческой отрасли возрастает потребность в применении интеллектуальных технологий для поддержания устойчивости искусственных экосистем. Современные аквариумисты сталкиваются с проблемой совместимости видов рыб: ошибки при формировании сообщества приводят к конфликтам, болезням и гибели обитателей, а также к дисбалансу экосистемы аквариума. Особенно остро эта проблема проявляется в регионах с высокой популярностью аквариумистики, таких как Республика Татарстан, где рост спроса на экзотических гидробионтов сопровождается недостатком экспертных знаний у начинающих владельцев. Кроме того, неверный подбор видов провоцирует финансовые потери из-за необходимости замены рыб, покупки

дополнительного оборудования или лечения питомцев, что снижает удовлетворенность хобби и способствует оттоку интереса от аквариумистики.

Выбор совместимых видов рыб является ключевым аспектом успешного аквариумного содержания [3, 4]. Несмотря на наличие рекомендаций, многие аквариумисты ошибаются, полагаясь лишь на свое усмотрение. Каждый вид рыбы имеет свои специфические требования к условиям содержания, включая температуру, кислотность и жесткость воды [5]. Более того, поведенческие особенности рыб могут стать причиной конфликтов в аквариуме, даже если они соответствуют всем техническим параметрам. Поэтому существует потребность в системном подходе, который будет учитывать все параметры аквариума и поведение видов.

Постановка задачи и методы исследования

Проблема, которую решает предложенная система, связана с трудностями владельцев аквариумов и сотрудников зоомагазинов в подборе

совместимых видов рыб. Ошибки при выборе рыбок могут приводить к стрессу, болезням и гибели обитателей аквариума. Отсутствие удобных инструментов для анализа совместимости и учета параметров содержания делает этот процесс сложным и трудоемким.

Для минимизации указанных проблем предложена разработка интеллектуальной системы контроля совместимости рыбок, которая будет интегрировать данные о биологических характеристиках, поведенческих показателях и требованиях к условиям содержания видов. Система должна сотрудничать с зоомагазинами, аквариумными комплексами, производителями кормов, любителями-аквариумистами предоставляя пользователям персонализированные рекомендации через интерактивные форматы (например, 3D-визуализацию аквариумных сообществ, видеогиды по уходу).

Объект исследования: аквариумные сообщества, а также владельцы аквариумов, нуждающиеся в инструментах для грамотного подбора и содержания гидробионтов.

Новизна исследования заключается в создании единой цифровой платформы, объединяющей базу данных о совместимости видов с алгоритмами машинного обучения для прогнозирования рисков и оптимизации условий содержания. Этот проект адаптирован для регионального рынка Татарстана с учетом местных экологических и коммерческих особенностей. Данная система анализирует параметры аквариума (объем, тип воды, наличие растений) и предпочтения пользователя, формируя рекомендации по совместимости видов, кормлению и профилактике заболеваний.

В процессе исследования применялись методы анализа научной литературы по ихтиологии и аквариумистике, производился сбор и классификация данных о биологических особенностях рыб, выбор модели, машинное обучение для прогнозирования совместимости видов, анализ результатов. Также применялись социологические методы: анкетирование владельцев аквариумов, интервью с экспертами и А/В-тестирование функционала системы.

Результаты исследования

Предложенная интеллектуальная система контроля совместимости рыбок в аквариуме призвана помочь владельцам формировать устойчивые сообщества гидробионтов, минимизируя риски конфликтов и заболеваний. Актуальность системы обусловлена тем, что начинающие аквариумисты часто сталкиваются с трудностями при подборе видов из-за недостатка экспертных знаний и противоречивой информации.

Интеллектуальная система решает следующие задачи:

- анализ параметров аквариума (объем, тип воды, наличие растений и декораций);
- оценка биологической и поведенческой совместимости выбранных видов рыб;

– прогнозирование рисков заболеваний и конфликтов;

– подбор оптимальных условий содержания (температура, pH, кормление);

– генерация персонализированных рекомендаций по уходу.

Преимущество системы заключается в сокращении числа ошибок при формировании аквариумных сообществ, упрощении ухода за экосистемой и повышении выживаемости гидробионтов [6]. Используемые алгоритмы машинного обучения позволяют адаптировать систему под новые виды и условия, а интеграция с базами данных обеспечивает актуальность рекомендаций [7].

Выбор инструментария для разработки системы

Языком разработки приложения выбран TypeScript и JavaScript, поскольку он удобен для реализации веб-приложения. Для реализации бэкенда используется фреймворк Nest JS, так как он имеет модульную архитектуру, что обеспечивает масштабируемость. Кроме того используется TypeScript, что означает, что код будет строго типизированный и безопасный. В свою очередь, TypeScript поддерживает архитектурный стиль Rest API. Для создания базы данных выбран PostgreSQL, который обеспечивает достаточную надёжность и масштабируемость. Для реализации фронтенда выбран Next.js, так как он обладает удобством работы с сервером через встроенные маршруты API.

Наиболее подходящими языками для разработки интеллектуальной системы являются Python или Java. Python предлагает мощные библиотеки для анализа данных и машинного обучения, такие как Pandas и scikit-learn, тогда как Java может дать больше возможностей для создания стабильных и масштабируемых приложений.

Для хранения данных о рыбках и условиях их содержания можно использовать реляционные базы данных, такие как MySQL или PostgreSQL, которые позволяют эффективно управлять структурированными данными и поддерживать сложные запросы. Также может быть использована MongoDB для работы с неструктурированными данными.

Для создания интерфейса пользователя можно использовать такие фреймворки, как React или Angular, которые позволяют создавать интерактивные и отзывчивые веб-приложения.

Важную роль играют алгоритмы проверки совместимости и анализа данных, которые могут быть разработаны с использованием методов машинного обучения и статистического анализа, таких как кластеризация и регрессионный анализ [8, 9].

Этапы реализации интеллектуальной системы

1. Сбор и классификация данных. Была создана база данных, включающая биологические характеристики, поведенческие паттерны и требования к содержанию более 200 видов

пресноводных и морских рыб. Структура базы данных показана на рис. 1.

2. Обучение модели. На основе методов кластеризации и регрессионного анализа разработана модель, прогнозирующая совместимость видов с точностью 92%.

3. Генерация рекомендаций [10]. Система позволяет формировать персонализированные сценарии подбора рыб, визуализируя их взаимодействие в 3D-модели аквариума.

4. Тестирование и оптимизация. Проведена валидация рекомендаций с участием экспертов-ихтиологов, что позволило скорректировать весовые коэффициенты модели.

5. Обновление данных. Реализован механизм автоматического обновления базы данных на основе новых научных публикаций и отзывов пользователей.

6. Интеграция в платформу. Система внедрена в виде мобильного приложения и веб-сервиса с интуитивно понятным интерфейсом (рис. 2).

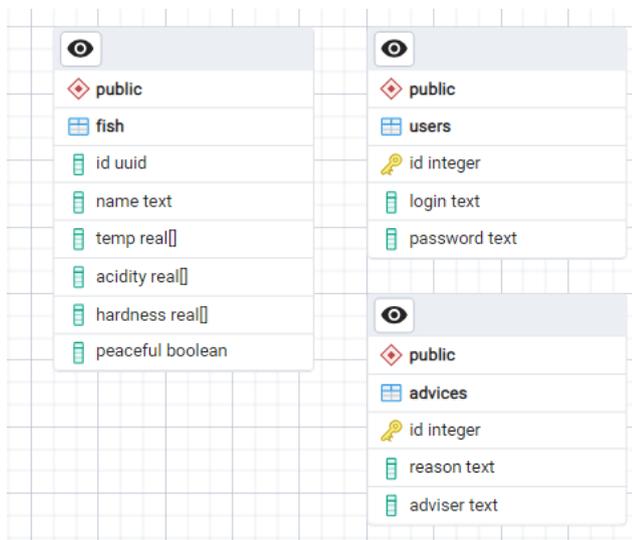


Рис. 1 – Структура базы данных

Fig. 1 – Database structure

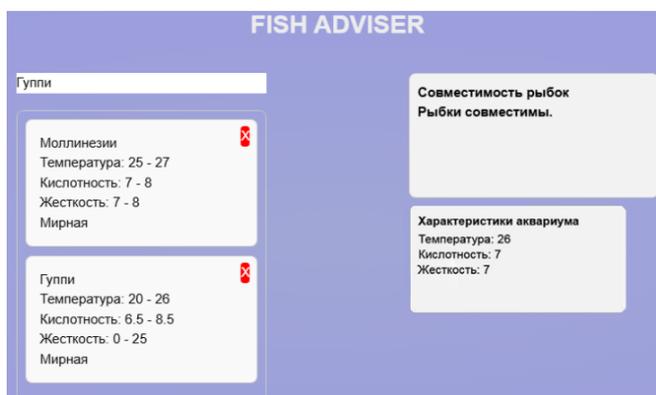


Рис. 2 – Интерфейс разработанного приложения и вывод результатов на экран

Fig. 2 – Interface of the developed application and output of results on the screen

Процесс анализа и контроля совместимости рыбок в аквариуме

Алгоритм работы интеллектуальной системы показан на рис. 3. После авторизации под своим логином и паролем пользователь вводит данные об аквариуме, указывая размеры, температуру, pH и жесткость воды. Затем добавляет виды рыб, которые планирует содержать, включая их количество и размеры. На основе введенных данных система анализирует и сравнивает параметры аквариума с требованиями каждой добавленной рыбы, проверяя, соответствуют ли условия содержания. Далее происходит процесс проверки совместимости рыбок. Функциональные алгоритмы анализируют как физико-химические характеристики воды, так и поведенческие характеристики рыб. Система использует заранее заданные правила о совместимости, которые содержат информацию о том, какие виды рыб могут конфликтовать на основании их территориальной агрессии, потребностей в пространстве и других факторов.

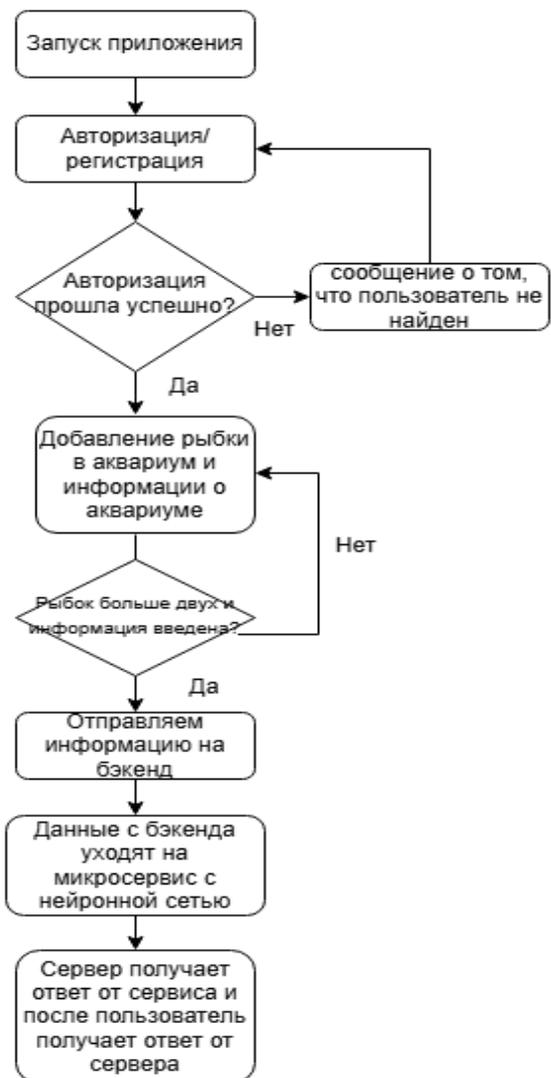


Рис. 3 – Блок-схема алгоритма работы системы

Fig. 3 – Block diagram of the system algorithm

При помощи сложных алгоритмов возможна обработка и сопоставление множества переменных,

что позволяет вычислить вероятность конфликтов и дать соответствующие рекомендации.

Для обучения модели использовались данные о характеристиках рыб, таких как температура воды, кислотность, жесткость, поведение (мирная или агрессивная). Эти параметры позволяли оценивать совместимость рыб между собой и с окружающей средой. Все данные были приведены к единому числовому формату.

Сбор данных осуществлялся с помощью опросов у опытных аквариумистов. Участников опроса просили оценить, насколько определённые пары рыб совместимы, а также указать, с какими трудностями они сталкивались при содержании рыб вместе. На основе этих ответов формировались метки обучающего набора данных – оценки совместимости и возможных проблем, которые использовались в качестве целевых значений для обучения модели.

Модели регрессии в данном проекте используются для количественной оценки совместимости рыб. Вместо ответа «совместимы» или «не совместимы», регрессионная модель предсказывает числовые значения – степень совместимости и вероятность возникновения конкретных проблем. Это позволяет более гибко и точно оценивать сочетания различных видов рыб, особенно в пограничных случаях, где однозначного ответа дать нельзя.

Модель нейронной сети для определения совместимости рыбок имеет код:

```
class FishCompatibilityNet(nn.Module):
    def __init__(self):
        super(FishCompatibilityNet, self).__init__()
        self.fc1 = nn.Linear(8, 32)
        self.fc2 = nn.Linear(64, 128)
        self.fc3 = nn.Linear(128, 64)
        self.fc4 = nn.Linear(64, 32)
        self.fc5 = nn.Linear(32, 8)
        self.issue_predictor = nn.Linear(8, 8)
    def forward(self, x):
        x = F.relu(self.fc1(x))
        x = F.relu(self.fc2(x))
        x = F.relu(self.fc3(x))
        x = F.relu(self.fc4(x))
        compatibility = self.fc5(x)
        issue = self.issue_predictor(x)
        return compatibility, issue
```

Для решения задачи применяются нейросетевые регрессионные модели – многослойный перцептрон, на вход которого подаются параметры водной среды и обитателей. Всего нейронная сеть состоит из пяти слоев. Первые четыре из них проходят через функцию активации *relu*. Она необходима для добавления нелинейности сети, иначе нейросеть ведет себя как обычная линейная функция и будет не способна решать сложные задачи.

На выходе нейронная сеть формирует два результата: оценку совместимости и оценку потенциальных проблем. Первый выход указывает, насколько рыбки подходят друг другу, то есть их совместимость, а второй выход помогает понять,

какие аспекты могут стать причиной конфликта или дискомфорта в общем аквариуме.

На основании собранной информации система формирует отчет, который содержит рекомендации по совместимости, предупреждения о возможных конфликтах и советы по улучшению условий содержания в аквариуме. Также пользователи могут оставлять отзывы о результатах своих экспериментов с разными видами рыб. Эта информация может быть использована для обновления базы данных и улучшения алгоритмов совместимости.

Программный код реализации отправки данных об аквариуме и рыбках на сервер:

```
interface FishData {
    id: string;
    name: string;
    count: number;
}
interface AquariumData {
    size: number;
    temperature: number;
    pH: number;
    hardness: number;
    fish: FishData[];
}
async function sendAquariumData(data: AquariumData): Promise<void> {
    try {
        const response = await
fetch('http://localhost:3000/aquarium-data', {
    method: 'POST',
    headers: {
        'Content-Type': 'application/json',
    },
    body: JSON.stringify(data),
});
        if (!response.ok) {
            throw new Error('Ошибка при отправке
данных: ${response.statusText}');
        }
        const result = await response.json();
        console.log('Данные успешно отправлены!',
result);
    } catch (error) {
        console.error('Ошибка:', error);
    }
}
```

Обсуждение результатов исследования

В результате исследования разработана интеллектуальная система контроля совместимости рыбок, обладающая следующим функционалом:

- анализ параметров аквариума (объем, тип воды, декор);
- оценка биологической и поведенческой совместимости видов;
- генерация персонализированных рекомендаций по условиям содержания;
- визуализация сообществ в 3D-модели аквариума;

– интеграция с базами данных зоомагазинов и производителей кормов.

Система играет ключевую роль в минимизации рисков для аквариумистов и коммерческих организаций. Для владельцев аквариумов она упрощает подбор гидробионтов, снижает финансовые потери и повышает удовлетворенность хобби. Для зоомагазинов и аквариумных комплексов Республики Татарстан платформа сокращает количество возвратов рыб, увеличивает доверие клиентов и стимулирует продажи экзотических видов.

Для оценки эффективности системы был проведен эксперимент с участием 25 владельцев аквариумов из Республики Татарстан. В течение 2 месяцев пользователи применяли рекомендации системы для формирования сообществ. Результаты показали:

– снижение числа конфликтов между видами на 75% по сравнению с контрольной группой, не использующей систему.

– уменьшение финансовых затрат на 60% за счет сокращения необходимости замены рыб и лечения заболеваний.

– повышение удовлетворенности хобби у 80% участников эксперимента.

Таким образом, интеллектуальная система предоставляет пользователям четкие рекомендации по совместимости рыб, что значительно упрощает процесс их выбора для аквариума. Возможность ввода параметров конкретного аквариума (размеры, температура, кислотность) позволяет пользователю получить адаптированные советы и избежать конфликтов между рыбами. Система содержит данные о множестве видов рыб и их условиях содержания, что позволяет пользователям получать актуальную и разнообразную информацию. Автоматизация анализа совместимости и предоставление информации о поведении рыб значительно экономят время, необходимое для самостоятельного изучения и проверки информации. Пользователи могут оставлять отзывы и замечания о совместимости рыб и успешных комбинациях, что поможет улучшать данные в системе и расширять базу знаний.

Кроме того стоит отметить, что точность рекомендаций зависит от правильного ввода данных пользователями, что может привести к ошибкам при недостаточно точной информации о рыбах и аквариуме. Постоянно меняющиеся знания о рыбах, их повадках и условиях содержания требуют регулярного обновления базы данных, иначе система может устареть.

Таким образом, интеллектуальная система обеспечивает комплексный и структурированный подход к выбору рыб и их совместимости, помогая владельцам аквариумов создавать гармоничные экосистемы. Перспективы развития системы включают внедрение модуля удаленного мониторинга параметров воды, интеграцию с умными аквариумными устройствами, а также расширение базы данных на морские и редкие виды рыб.

Заключение

Интеллектуальная система контроля совместимости рыбок в аквариуме доказала свою эффективность в формировании устойчивых искусственных экосистем. Она оптимизирует процесс подбора видов, снижает риски конфликтов и заболеваний, а также способствует финансовой экономии для пользователей. Реализация подобных технологий не только повышает качество хобби, но и вносит вклад в сохранение биоразнообразия, минимизируя необдуманное вмешательство в природные экосистемы. Это делает интеллектуальную систему незаменимым инструментом как для любителей, так и для профессиональной аквариумистики.

Преимуществами системы являются простота использования благодаря интуитивному интерфейсу, возможность обработки больших объемов данных о видах, снижение экологического ущерба за счет ответственного подхода к аквариумистике. Для максимальной эффективности системы необходимо обеспечить взаимодействие всех участников процесса: владельцев аквариумов, экспертов-ихтиологов, зоомагазинов и разработчиков. Регулярное обновление данных, обучение пользователей и интеграция с научными исследованиями позволят системе оставаться актуальной в условиях растущего спроса на экзотических гидробионтов.

Таким образом, разработанная система доказала свою эффективность в минимизации ошибок при формировании аквариумных сообществ, повышении уровня знаний пользователей и поддержании экологического баланса искусственных экосистем. Реализация проекта способствует популяризации ответственной аквариумистики и снижению негативного воздействия на биоразнообразие региона.

По теме данного исследования имеется свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2024692197 от 26.12.2024 [11].

Литература

1. Ксенофонтова Д.В., Желанникова С.С., Сивакова О.А. Исследование физико-химических показателей состава воды в аквариумах // XIII Конгресс молодых ученых: сборник научных трудов. Санкт-Петербург: Национальный исследовательский университет ИТМО, 2024. С. 339-344.
2. Коноваленко Д.А., Селезнева Е.С. К вопросу разведения аквариумных рыб // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. С. 295-297.
3. Партафеева А. С., Нейдорф А. Р. Методы разведения хрящевых рыб в декоративном рыбоводстве // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Краснодар: Кубанский государственный университет, 2022. С. 87-88.

4. Соколова А. Г. Мероприятия по совершенствованию разведения племенных рыб // Каспий и глобальные вызовы: материалы Международной научно-практической конференции. Астрахань: ФГБОУ ВО "Астраханский государственный университет", 2022. С. 497-500.
5. Пимкина Т. Н., Вахрамова О. Г., Воронкова О. А. Рыбоводство: Учебное пособие для практических занятий. Калуга: ИП Стрельцов И.А., 2021. 80 с.
6. Гарлов П. Е. Разработка системы управления искусственным воспроизводством рыб на инновационной основе // Вестник рыбохозяйственной науки. 2020. Т. 7, № 2(26). С. 60-73.
7. Емалетдинова Л. Ю., Вильданов Н. Р., Катасев А. С. Использование нейросетевой модели TCN-LSTM для прогнозирования значений временного ряда // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. № 6. С. 62-64.
8. Гимазетдинова К.Р., Зарипова Р.С. Применение искусственного интеллекта для решения экологических задач // Цифровые системы и модели: теория и практика проектирования, разработки и применения. Материалы национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2024. С. 767-769.
9. Пырнова О.А., Зарипова Р.С. Методы и проблемы переобучения многослойной нейронной сети // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2020. № 2 (20). С. 101-102.
10. Кольцов В. П., Салтанаева Е. А. Анализ подходов реализации архитектуры моделей рекомендательных систем // Интеллектуальные информационные системы: теория и практика: Сборник научных статей по материалам IV Всероссийской с международным участием конференции. Курск: Курский государственный университет, 2023. С. 120-124.
11. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024692197 Российская Федерация. Программное обеспечение для автоматизации контроля совместимости рыб в аквариуме: заявл. 13.12.2024; опубл. 26.12.2024 / Г. Д. Дыдалин, Р. С. Зарипова; заявитель ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет».
- Scientists: collection of scientific papers. St. Petersburg: National Research University ITMO, 2024. Pp. 339-344.
2. Konovalenko D.A., Selezneva E.S. To the question of aquarium fish breeding // Innovative ideas of young researchers for agroindustrial complex: collection of materials of the All-Russian scientific-practical conference of young scientists. Penza: Penza State Agrarian University, 2024. Pp. 295-297.
3. Partafeeva A. S., Neidorf A. R. Methods of breeding cartilaginous fish in ornamental fish farming // Aquatic bioresources and aquaculture of the South of Russia: Proceedings of the III All-Russian scientific-practical conference of students, postgraduates and young scientists. Krasnodar: Kuban State University, 2022. Pp. 87-88.
4. Sokolova A. G. Measures to improve breeding of pedigree fish // Caspian Sea and global challenges: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference. Astrakhan: Astrakhan State University, 2022. Pp. 497-500.
5. Pimkina T. N., Vakhramova O. G., Voronkova O. A. Fish breeding: Training manual for practical classes. Kaluga: IP Streltsov I.A., 2021. 80 p.
6. Garlov P. E. Development of the management system of artificial fish reproduction on an innovative basis // Vestnik fisheries science. 2020. V. 7, № 2(26). Pp. 60-73.
7. Yemal'dinova L. Yu. S. Use of neural network model TCN-LSTM for forecasting the values of time series // Scientific and Technical Bulletin of the Volga Region. 2023. № 6. Pp. 62-64.
8. Himazetdinova K.R., Zaripova R.S. Application of artificial intelligence to solve environmental problems // Digital systems and models: theory and practice of design, development and application. Materials of the national (with international participation) scientific-practical conference. Kazan, 2024. Pp. 767-769.
9. Purnova O.A., Zaripova R.S. Methods and problems of the multilayer neural network retraining // Information technologies in construction, social and economic systems. 2020. № 2 (20). Pp. 101-102.
10. Koltsov V. P., Saltanaeva E. A. Analysis of approaches to realising the architecture of recommendation system models // Intellectual Information Systems: Theory and Practice: Collection of scientific articles on the materials of IV All-Russian conference with international participation. Kursk: Kursk State University, 2023. Pp. 120-124.
11. Certificate of state registration of computer programme No. 2024692197 Russian Federation. Software for automation of fish compatibility control in aquarium: avv. 13.12.2024; published 26.12.2024 / G. D. Dydalin, R. S. Zaripova; applicant Kazan State Power Engineering University.

References

1. Ksenofontova D.V., Zhelannikova S.S., Sivakova O.A. Study of physical and chemical indicators of water composition in aquariums // XIII Congress of Young

© Г. Д. Дыдалин – студент, Казанский государственный энергетический университет (КГЭУ), Казань, Россия; Р. С. Зарипова – канд. техн. наук, доцент, КГЭУ, zarim@rambler.ru.

© G. D. Dydalin – student, Kazan State Power Engineering University (KSPEU), Kazan, Russia; R. S. Zaripova – PhD (Technical Sci.), Associate Professor, KSPEU, zarim@rambler.ru.

Дата поступления рукописи в редакцию –27.03.25.

Дата принятия рукописи в печать –14.04.25.