

**Шумак Виктор Викторович**

**РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ  
РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**06.02.08 – кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных  
животных и технология кормов**

**06.02.10 – частная зоотехния, технология производства продуктов  
животноводства**

**Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
доктора сельскохозяйственных наук**

Работа выполнена в УО «Барановичский государственный университет»  
МИНИСТЕРСТВА ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**Научный консультант** - **Панов Валерий Петрович**  
– доктор биологических наук, профессор

**Официальные оппоненты:**

**Бубунец Эдуард Владимирович** доктор сельскохозяйственных наук, ФГБУ «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации», начальник отдела рыбохозяйственной экспертизы сооружений и технологий, оказывающих воздействие на ВБР и среду их обитания.

**Грозеску Юлия Николаевна** доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО Астраханский государственный технический университет», профессор кафедры аквакультуры и рыболовства.

**Мунгин Владимир Викторович** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Мордовский государственный университет имени Н.П. Огарева», профессор кафедры зоотехнии имени профессора С.А. Лапшина.

**Ведущая организация** федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Новосибирский государственный аграрный университет

Защита состоится 25 декабря 2019 года в 10<sup>00</sup> на заседании диссертационного совета ДМ 999.182.03 в ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» по адресу: 446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2; тел/факс (84663) 46-1-31.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Самарский государственный аграрный университет» и на сайте [www.ssaa.ru](http://www.ssaa.ru).

Автореферат разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 года.

Ученый секретарь  
диссертационного совета

Хакимов Исмагиль Насибуллович

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** Основные рыбохозяйственные мероприятия направлены на продолжение крупномасштабного рыбоводства по принципам ранее отработанных наукой и практикой интенсивных технологий. Однако в новых условиях они являются высокочрезвычайными, не отражают в полной мере всего комплекса рационального использования имеющихся в наличии резервов. В связи с этим исследования по разработке и использованию новых эколого-экономических подходов при проведении работ с традиционными и новыми объектами рыбоводства приобретают особую актуальность.

По утверждению В. К. Виноградова (2002), А. М. Багрова (2006), И. В. Моружи (2015), С. В. Пономарева (2019) первостепенное значение приобретает проблема конструирования высокопродуктивных экосистем и управление их функционированием, то есть обеспечение перехода от рыболовства к эксплуатации водоемов методами товарного рыбоводства для повышения эффективности аквакультуры.

По данным Министерства сельского хозяйства и продовольствия, в 2018 году в Республике Беларусь произведено рыбы вместе с уловом из естественных водоемов 21,3 тыс. т. Основным объектом прудового рыбоводства в Республике Беларусь по-прежнему остается карп. В объеме производства прудовой рыбы за последние годы доля карпа находится в пределах 88 % (Данные стат. сборника, 2018). Поэтому совершенствование выращивания карпа и расширение спектра выращиваемых видов рыб является весьма актуальным.

В числе важнейших путей решения рыбохозяйственных проблем выделяют внедрение и разработку новых технологий, экологически чистых, мало- и безотходных технологий, позволяющих использовать имеющиеся ресурсы для производства товарной продукции с лучшими потребительскими качествами. Крупномасштабное прудовое хозяйство уступает место компактному и интенсивному выращиванию рыбы. Закладывать основы новых технологий необходимо своими силами с привлечением инвестиций к уже разработанным направ-

лениям рыбохозяйственной деятельности. Разработка новых рациональных методов в рыбохозяйственной деятельности актуальна в современных условиях.

### **Степень разработанности темы исследования.**

Научные изыскания в сфере кормопроизводства, поиска новых компонентов корма, биологически активных веществ для повышения его эффективности весьма востребованы. Поэтому широко проводятся исследования кормов и основ их производства для рыбы С. В. Пономаревым (2009, 2015), В.С. Буяровым (2016), Ю. Н. Грозеску (2017), А. А. Бахаревой (2014, 2018), и другими учеными. Изучались особенности организации кормления рыбы и ее содержания Е. Н. Пономаревой (2006), Ю. Н. Грозеску (2009) и другими. А также, проводятся многочисленные исследования по внедрению инновационных методов в аквакультуру с целью повышения ее эффективности И. С. Мухачевым (2015), В. И. Влащук (2017), С. В. Пономаревым (2019) и другими. Многочисленные научные исследования и публикации видных ученых начала XX века по изучению питания и роста рыб, целенаправленному товарному выращиванию (Ф. И. Баранов, 1925; В. В. Васнецов, 1953; И. И. Шмальгаузен, 1935, 1984) дополнены и расширены во второй половине XX века значимыми достижениями В. К. Виноградова (1975), А. М. Багрова (2002), М. А. Щербины (2006) и других деятелей науки, на современном этапе (Ю. Н. Грозеску, 2012; И.В. Морузи, 2014; В. И. Струченков, 2016). Зарубежные авторы также внесли значимый вклад в изучение вопросов повышения эффективности выращивания рыбы (S. Brody, 1945; W. Hastings, 1967; T. Lovell, 1976; и другие).

Исследования автора проводились в рамках комплексной целевой программы (КЦП) «Амур» Министерства рыбного хозяйства СССР, тема № 90 «Сформировать и исследовать племенные стада растительноядных рыб и канального сома на базе теплых вод Березовской ГРЭС», задание 18.08 «Создать ремонтно-маточное стадо канального сома, разработать биотехнику искусственного воспроизводства молоди в условиях индустриальных рыбных хозяйств Республики Беларусь», номер госрегистрации 1997725; по программе

ГНТП «Агропромкомплекс – возрождение и развитие села», задание 03.05 «Усовершенствовать технологию прудового рыбоводства путем создания новых пород карпа, расширения поликультуры выращиваемых рыб, стимуляции развития естественной кормовой базы», номер госрегистрации 20063253; по программе ГНТП «Агрокомплекс – устойчивое развитие», задание «Разработать новые технологии выращивания прудовой рыбы, обеспечивающие снижение ее себестоимости и улучшение потребительских качеств», номер госрегистрации 20112904.

**Цель и задачи исследований.** Цель исследований – повысить эффективность рыбохозяйственной деятельности за счет использования новых рациональных методов расчетов структуры кормов и их разовых норм внесения, моделирования и программирования производственных процессов выращивания рыбы в течение года.

Основные задачи:

- разработать новый метод расчета структуры малокомпонентных кормов с использованием местного сырья для повышения уровня ресурсосбережения и импортозамещения в рыбохозяйственной деятельности;
- обосновать новые подходы к разработке разовых норм кормления в пределах суточного рациона рыбы для повышения эффективности использования корма;
- создать новую методику расчета коэффициента массонакопления и на ее основе провести расчеты затрат, необходимых экономических ресурсов для подготовки программ выращивания карпа, канального и клариевого сома;
- разработать модели роста щуки и карпа в водохранилищах, для расширения возможностей изучения их особенностей роста и обмена веществ;
- определить закономерности роста карпа по технологическим периодам для получения товарной продукции необходимого размера и качества в течение года;
- изучить динамику физиолого-биохимических параметров структуры организма карпа в зависимости от периода выращивания.

**Объект и предмет исследований.** Объектом исследований являлся производственный процесс выращивания карпа и щуки в водоемах с естественным температурным режимом, особое внимание уделялось племенному материалу карпа. А также изучался рост канального сома в естественных условиях водоема-охладителя Березовской ГРЭС озера Белое и клариевого сома в условиях установки замкнутого водообеспечения низкого давления.

Предмет исследований – биологические особенности питания и роста рыбы, и технологические показатели производственного процесса, способствующие повышению интенсификации рыбохозяйственной деятельности, основанные на разработке новых подходов к рецептуре кормов и особенностям кормления, к биолого-экономическому моделированию процессов роста рыбы по технологическим периодам, к подготовке новых технологий, к оценке физиолого-биохимического состояния объектов разведения.

**Научная новизна исследований.** Разработан и применен новый метод расчета структуры малокомпонентных кормов, который позволил сделать гибким и доступным каждому рыбному хозяйству процесс кормопроизводства с обеспечением ресурсосбережения и импортозамещения. Отечественное сельскохозяйственное производство, перерабатывающая отрасль и промышленность производят достаточно много различных ингредиентов, которые могут использоваться в качестве компонентов комбинированных кормов для рыбы.

Впервые автором проведено моделирование процессов роста рыбы с детализацией обмена веществ от 1 суток до 1 часа. Изучены процессы потребления рыбой кормов и выделения продуктов жизнедеятельности, даны расчеты разовых норм кормления в пределах суточного рациона. Математически доказана необходимость корректировки норм кормления и строгий учет показателей роста рыбы с целью обеспечения максимально возможного прироста рыбы.

Предложена новая формула расчета коэффициента массонакопления рыбы по технологическим периодам, которая позволяет отражать закономерности роста рыбы с детализацией до 1 суток. Отмечается высокая технологичность данного

подхода к расчетам, который расширяет возможности рыбного хозяйства в логистическом упорядочении деятельности. Разработаны основы подготовки программ технологического процесса выращивания рыбы, с техническим обеспечением и экономическим обоснованием эффективности процесса производства товарной продукции, которые позволяют по новому оценить возможности выращивания даже самого традиционного вида - карпа. Результаты исследований внедрены в производственную деятельность, представляют собой основу для разработки новых технологий аквакультуры ценных видов рыб.

### **Теоретическая и практическая значимость значимость работы.**

Разработаны качественно новые методические подходы к расчету структуры малокомпонентных кормов с учетом ресурсосбережения. Доказана эффективность тщательного расчета суточного рациона, разовой нормы кормления в использовании корма. Расширены горизонты в изучении физиологических процессов в организме рыбы. Использовали в моделировании математический аппарат, что позволило просчитать до девятого знака после запятой возможность изменения структуры организма рыбы и оценить ее состояние. Учет в практической деятельности изменений рыбохозяйственных показателей в третьем-четвертом знаке после запятой в течение суток за технологический период в 30 суток позволяет получать 3-5% дополнительной товарной рыбной продукции. Пока никакие другие методы не позволяют так глубоко изучать процессы в аквакультуре.

По материалы исследований разработаны основные положения подготовки новых технологий аквакультуры ценных видов рыб, получен патент на изобретение «Способ определения массонакопления рыбы», зарегистрированный в Государственном реестре изобретений Республики Беларусь 29.01.2018 г, №21885. Результаты исследований внедрены в производственную деятельность, что подтверждается 7 актами внедрения в производственную деятельность и получено 2 справки о возможности использования. А также, разработаны основы для создания качественно новых технологий в аквакультуре, что подтверждено 7 свидетельствами о регистрации компьютерных программ.

## **Методология и методы исследования.**

На основании всестороннего анализа полученных экспериментальным путем данных о росте рыбы, изменении биохимической структуры ее организма, актуальных научных литературных сведений, характеризующих состояние изучаемой проблемы, определена цель и решены поставленные задачи. Весь собранный материал по первичному ихтиологическому учету, рыбохозяйственным показателям и биохимическим данным обработан с применением современного компьютерного обеспечения, проанализированы полученные результаты и сделаны обоснованные выводы. Все полученные первичные цифровые данные подвергнуты статистической обработке.

### **Положения, выносимые на защиту:**

- метод расчета структуры малокомпонентных кормов для получения необходимого содержания питательных веществ и минимальной себестоимости, за счет использования местных компонентов сырьевой базы.

- метод расчета разовых норм кормления рыбы в пределах суточной нормы корма для обеспечения реализации потенциальных возможностей ее роста.

- метод определения массонакопления, основанный на впервые предложенной новой формуле для расчета коэффициента массонакопления рыбы, служащий базой для моделирования роста рыбы в водоемах с естественным температурным режимом и в контролируемых условиях.

- программирование производственной деятельности при организации товарного выращивания рыбы, которое позволяет перейти от биологической модели роста к технологическим параметрам, их техническому обеспечению, к основным статьям затрат и эффективности производственного процесса.

- моделирование роста рыбы как основы для изучения физиологических особенностей обмена веществ объектов аквакультуры, в том числе, моделирование роста карпа как основного объекта аквакультуры при комфортных для рыбоводства температурах воды выше 15 °С.



- методы проведения оценки состояния и динамики физиолого-биохимических показателей объектов аквакультуры, которые отличаются от общепринятых принципиально новыми положениями, позволяют подробно проанализировать изменение структуры изучаемого организма за определенный период.

**Личный вклад соискателя.** Диссертационная работа выполнена автором лично и является законченным научно-исследовательским трудом. При выполнении диссертационной работы частично использованы материалы исследований 1989-2018 годов в рамках изучения различных направлений рыбохозяйственной деятельности. Личный вклад соискателя состоит в том, что были выбраны и обоснованы направления исследований, разработаны методы работы, проведены экспериментальные и аналитические исследования, собран, обработан и проанализирован ряд данных, по результатам подготовлены научные публикации. Соискатель являлся руководителем и ответственным исполнителем отдельных проектов и тем, в рамках которых проведены настоящие исследования. Результаты исследований внедрены в производственную деятельность (7 актов, 2 справки), а также, в учебный процесс по специальности 1-74 03 03 «Промышленное рыбоводство» (2 акта), представляют собой основу для разработки новых технологий аквакультуры.

**Степень достоверности и апробация результатов.** Материалы диссертационной работы были доложены автором на Международной научно-практической конференции «Современные тенденции социально-экономического развития агропромышленного комплекса Украины в контексте интеграции в мировую экономику» (Нежин, Республика Украина, 2014), XIII Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы бизнес-образования» (Минск, 2014), Международной научно-практической конференции «Zrownowazony rozwoj obszarow zaleznych od rybactwa» (Сувалки, Польша, 2014), Международной научно-практической конференции «Innowacyjne dzialania i gospodarstwa na obszarach wiejskich» (Корицины, Польша, 2015).

А также, на ученых советах РУП «Институт рыбного хозяйства», ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам», на заседании научно-технического совета Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, научных семинарах ФГБНУ ГосНИОРХ, РФ.

**Опубликованность результатов.** Материалы диссертации изложены в 55 опубликованных работах. Из них 2 личные монографии, всего 4 монографии, 12 работ в реферируемых русскоязычных журналах перечня ВАК Российской Федерации, 7 работ в рецензируемых сборниках научных трудов и 9 работ в реферируемых русскоязычных журналах, 10 материалов и тезисов конференций, патент на изобретение, №21885 зарегистрирован 29.01.2018 в Государственном реестре Республики Беларусь, 10 свидетельств о регистрации компьютерных программ, 2 учебно-методических работы. Общий объем публикаций составляет 82,5, в том числе монографий, статей в научных изданиях перечня ВАК и зарубежных изданиях 63,1 авторского листа.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит из перечня условных обозначений, введения, аналитического обзора литературы, материала и методики, восьми глав, заключения и выводов, практических рекомендаций, библиографического списка и приложений. Объем диссертации составляет 214 страниц, содержит 53 таблицы (19 страниц), 18 рисунков (15 страниц), библиографический список (33 страницы), приложения (23 страницы). Библиографический список включает 312 источников, из них 48 на иностранных языках.

## **ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

**Введение** содержит обоснование актуальности, концепцию, цель и задачи работы, научные положения, выносимые на защиту, характеристику научной новизны, практической значимости и апробации. А также, объект и предмет исследований.

**Глава 1 Обзор литературы.** Проведен обзор исследований и дана характеристика выращивания рыбы, изучены особенности ее кормления, а также, моделирование ее роста и программирование производственных процессов.

**Глава 2 Основная часть исследований.** В основу исследований положены материалы экспедиционных сборов автора по технологическим водным объектам, прудам рыбных хозяйств, арендуемым водоемам начиная с 1989 года по 2018 год. А также, использованы сведения из работ В. К. Виноградова, Ю. А. Акимова, М. А. Щербины, И. В. Моружи и др. Используются данные СПУ «Изобелино» РУП «Институт рыбного хозяйства» по работе с разными породами карпа, материалы рыбохозяйственных отчетов ЗАО «Ольшанка», ОАО «Рыбхоз «Полесье», собранные в разные сезоны года. Сбор и обработка ихтиологических данных проводились по общепринятым методическим указаниям Привольнева, 1959; Иванова, 1963; Правдина, 1966; Никольского, 1976.

Изучение роста животных, в том числе и рыб, начиная от развития зародыша, дифференцировки органов и до взрослого организма проводил И. И. Шмальгаузен (1935). Его выводы и утверждения, формулы расчетов используются учеными на протяжении многих лет (Н. Н. Чугунова, 1959; М. В. Мина, Г. А. Клевезаль, 1976 и другие). А также, были использованы разработки коллективов ученых ВНИИПРХ В. Ф. Резникова и др., 1978; А. К. Богерук, 1986; В. Я. Катасонов, А. В. Поддубная, 2002.

Общее количество статистически обработанного материала составило 11680 экземпляров, количество рыбы участвующей в проведенных исследованиях превысило 447000 экземпляров, свыше 284 т.

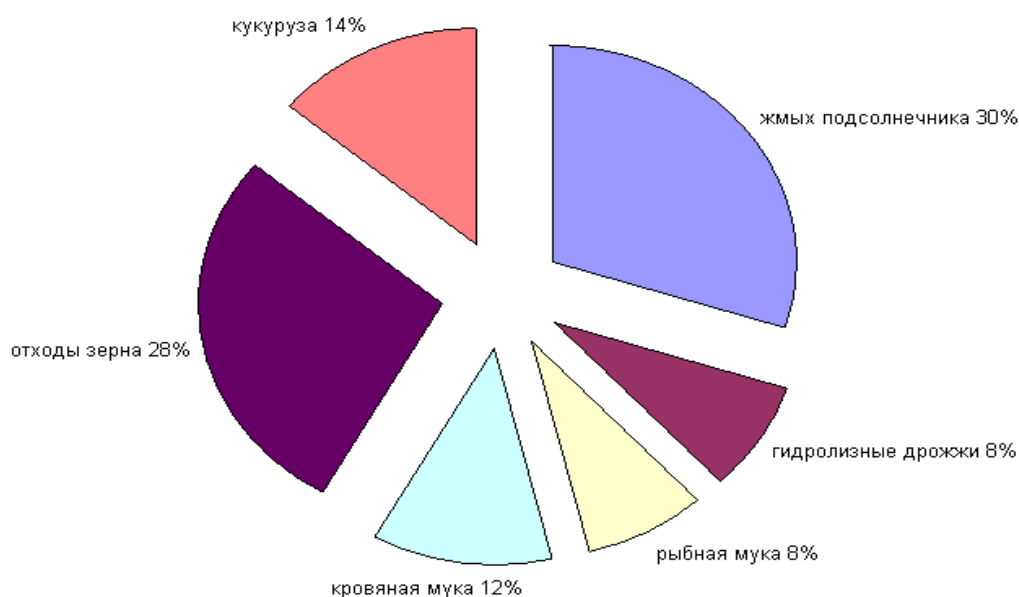
### **Глава 3. Результаты собственных исследований.**

**3.1 Кормление рыбы – важный фактор интенсификации производства в аквакультуре.** Базовыми положениями являлись подходы к разработке и использованию кормов для карпа с низкой себестоимостью и высокой эффективностью. В основу метода расчета структуры малокомпонентных кормов автором заложено правило креста (Аринушкина, 1961). Сущность данного правила можно вы-

разить в виде формулы, которая сводится к тому, что при смешивании двух веществ с разной исходной концентрацией отдельного компонента получается третье вещество с третьим значением концентрации ( $W_3$ ) исследуемого компонента. Соотношение масс смешиваемых веществ  $m_1$  и  $m_2$  равно отношению изменения концентрации компонента между результатом ( $W_3$ ) и во втором веществе ( $W_2$ ), к изменению концентрации компонента в первом веществе ( $W_1$ ) и в полученной смеси ( $W_3$ ) (формула 1).

$$m_1/m_2=(W_3 - W_2)/(W_1 - W_3), \quad (1)$$

Учет заложенных соотношений в последовательном изложении, проводится на том основании, что в каждом случае после первого смешивания за второе вещество может быть взято уже полученное. В 2014 г по разработанной автором программе рассчитана рецептура 6-компонентного корма (рис. 1).

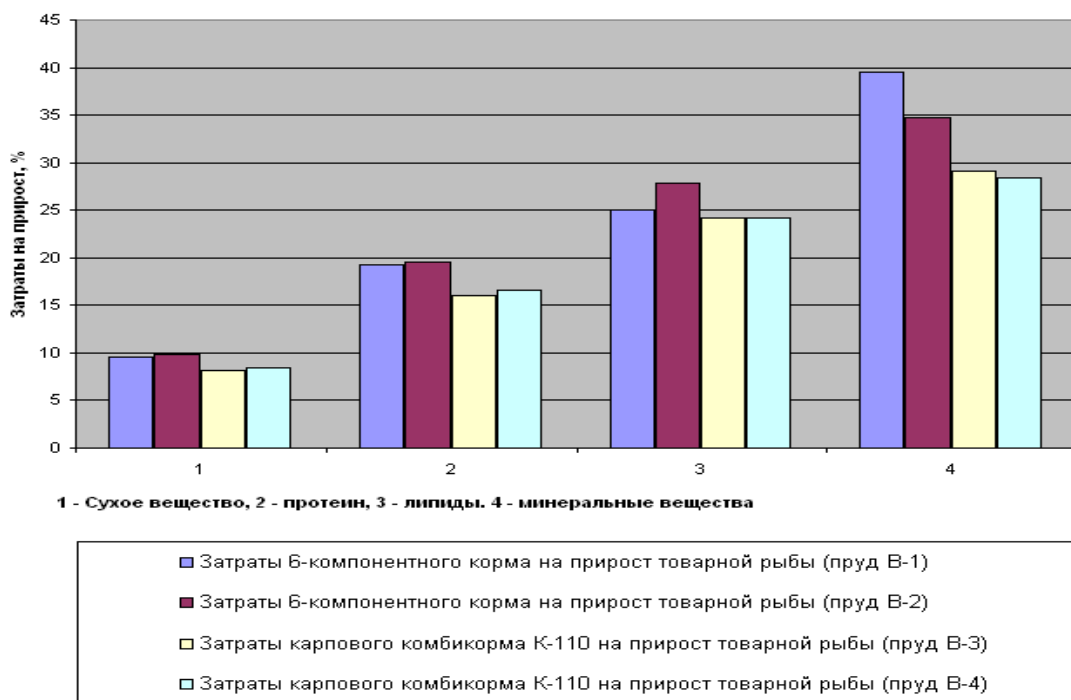


**Рисунок 1 – Структура 6-компонентного корма для карпа, 2014 г**

Учитывали стоимость каждого из компонентов, ориентировались на заданные параметры по протеину, липидам и минеральным веществам.

Изучали затраты 6-компонентного корма, имевшего 24% протеина (рис. 2). Анализируя рисунок 2 отметили, что затраты 6-компонентного корма на прирост массы и сухого вещества рыбы достигали 9,8 %. Тогда как затраты на обеспечение обмена веществ, не переваренная часть пищи и потери составили

свыше 90 % от всего потребленного корма. Отмечаются самые высокие значения использования минеральных веществ на прирост организма карпа, которые достигали 39,5 %. Затраты липидов корма на прирост – в пределах 25,0-27,8 %, и наименее эффективны затраты сырого протеина 6-компонентного корма, которые составили более 19 %.



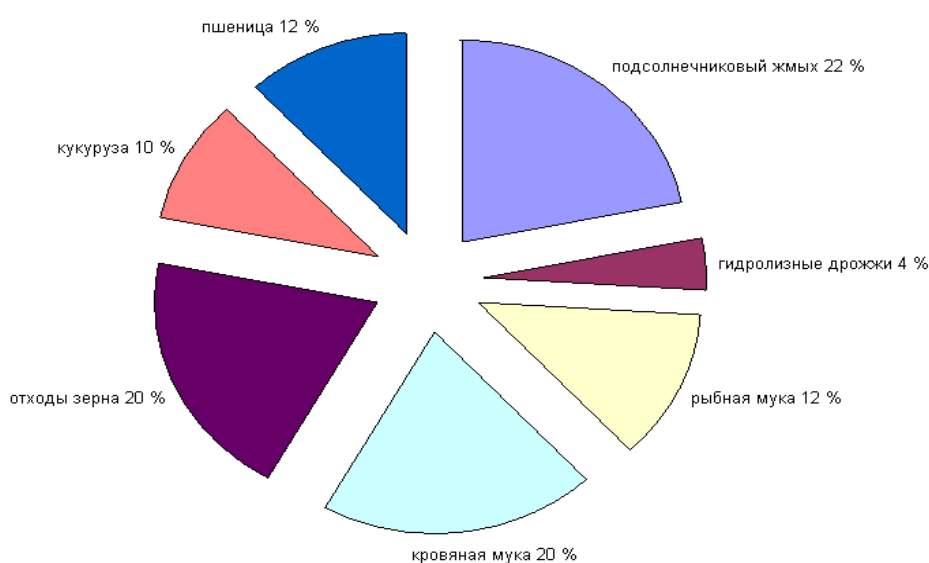
**Рисунок 2 – Затраты питательных веществ кормов на прирост карпа**

Проводя анализ рисунка 2, можно отметить, что затраты комбикорма К-110 на прирост массы сухого вещества рыбы незначительны и достигали 7,8 %. Тогда как затраты на обеспечение обмена веществ, не переваренная часть пищи и потери составили свыше 92 % от всего внесенного комбикорма К-110. Обращается особое внимание на высокие значения эффективности использования минеральных веществ на прирост организма карпа, которые достигали 29 %. Отмечаются затраты липидов на прирост в пределах 24 %, и наименее эффективны затраты протеина комбикорма К-110, которые составили около 16 %.

Особый интерес представляют данные, которые позволяют сравнить эффективность затрат кормов на прирост массы и сухого вещества рыбы. Использование в кормлении товарного карпа 6-компонентного приготовленного самим хозяйством корма имело в 1,36 раза более высокую эффективность по

сравнению с комбикормом К-110, имевшего, также, 24 % протеина. Экономический эффект производства ЗАО «Ольшанка» разработанного 6-компонентного корма, в массе 451 т, составил свыше 5,0 тыс. дол. США. От применения данной разработки в кормлении карпа получено более 176 т товарной продукции. Дополнительный экономический эффект за счет прироста товарной продукции составил около 46 тыс. дол. США. Общий экономический эффект превысил 51 тыс. дол. США в течение 2014 г.

В 2015 г разработали новую структуру 7-компонентного корма, произведено и израсходовано которого 267 т (рис.3).



**Рисунок 3 – Структура 7-компонентного корма для карпа, 2015 г**

Эффективность использования 7-компонентного корма была в 1,4 раза выше по сравнению с комбикормом К-110. Получено около 105 т товарного карпа, общий экономический эффект превысил 28 тыс. дол. США в 2015 г.

**3.2 Разовые нормы корма рыбы в производстве товарной рыбной продукции.** Автором разработан метод определения разовых норм корма на основании суточного рациона рыбы, который основывается на изучении динамики роста рыбы в течение суток. Разработана программа позволяющая рассчитать норму и количество разового кормления при неоднократном внесении в пределах необходимого суточного рациона корма. Принимали ряд различных технологических показателей для описания процесса кормления в течение суток. Так, например, норма кормления в течение суток, выраженная в процентах от

массы рыбы, будет  $m$ , тогда кратность кормления будет  $n$ . Поэтому, среднее значение разового внесения корма рассчитывалось в процентах от массы:

$$X_{cp} = m/n, \quad (2)$$

Особое внимание уделяется расчету интервала между размером двух ближайших выдач корма, выраженное в процентах и по следующей формуле:

$$i = X_{cp}/\sum(n-1), \quad (3)$$

Применение данного метода позволило рассчитать нормы разового кормления в пределах суточного рациона корма. Каждое последующее кормление, в процентном отношении, больше предыдущего на один интервал.

Проведено изучение процесса массонакопления молодью карпа при известных контролируемых технологических условиях выращивания. Содержание изучаемых вопросов заключалось в определении роста молоди карпа при расчете разовых норм кормления в пределах суточного рациона, процессов массонакопления рыбы и особенностей ее питания в течение суток. Представленные расчетные материалы описывают процессы массонакопления в табличной форме и отражают зафиксированные динамические изменения живой массы рыбы в течение опытного периода на 4,8 % при расчетных значениях 5 %.

**3.3 Метод определения массонакопления рыбы** базируется на высказываниях И. И. Шмальгаузена о том, что рост рыбы и других животных идет по принципу сложных процентов. Автором предлагается проводить расчет коэффициента массонакопления  $K_m$  путем извлечения корня  $T$ -ой степени из отношения конечной массы или массы  $M_T$  по истечении времени  $T$ , к начальной массе изучаемого периода  $M_0$ :

$$K_m = (M_T/M_0)^{1/T}, \quad (4)$$

Тогда, определение массы рыбы  $M_t$  в любой период времени  $t$ , при том условии, что  $1 \leq t \leq T$ , будет проводиться по следующей формуле:

$$M_t = M_0(K_m)^t, \quad (5)$$

Применение данного метода позволит рассчитать ожидаемую среднестатистическую массу особи. При положительном приросте рыбы  $K_m$  превышает 1, а при отрицательном – ниже 1. За 1 принимается изучаемый организм рыбы.

Моделирование технологических процессов обусловлено выявлением и выражением устойчивых взаимосвязей в математически грамотных зависимостях. По изучаемой проблеме разрабатывался алгоритм расчетов при стабильных значениях вводимых данных. Достоверность составленного алгоритма подтверждалась результатами расчетов достигнутых разными способами.

Таким образом, получили основу для разработки новых технологий в аквакультуре при определенных условиях содержания, которые отражают весь производственный процесс с детализацией до 1 суток. Разработаны компьютерные программы и получено 3 Свидетельства о регистрации. Разработаны и внедрены программы выращивания рыбы на базе ОАО «Рыбхоз «Полесье» и ЗАО «Ольшанка» на выращивание товарного карпа с продуктивностью 5 т/га.

На тех же методологических основах изучался рост и массонакопления канального и клариевого сома. Разработана компьютерная программа и получено Свидетельство о регистрации.

**3.4 Рыбохозяйственная эксплуатация водоемов с естественным температурным режимом.** В процессе производства возможно выделение отдельных направлений и путей повышения эффективности использования водных ресурсов. Моделирование роста личинки и малька рыб позволило не только создать описания технологического процесса получения продукции, но и открыло возможности определения сложных для восприятия моментов в суточном ритме жизненного цикла. По-новому раскрыты механизмы обмена в организме рыбы. Разработана модель роста годовика и двухлетка щуки.

Процессы обмена веществ у карпа получают новую интерпретацию и детализируются до 1 суток и даже до 1 часа.



### 3.5 Моделирование роста и состояния организма племенного карпа.

**3.5.1 Рост сеголетков племенного карпа** изучался на основании рыбохозяйственных и нормативных данных. В процессе всестороннего изучения аспектов роста племенной рыбы возможно выделение отдельных направлений деятельности. Повышение эффективности рыбоводства может идти за счет изучения и использования потенциала роста карпа, таблица 1. Отмечено, что **Км** очень сильно отличались, притом что, все семьи принадлежали к одной породе зеркального карпа. Принимали, для проведения расчетов в качестве модели максимальные и минимальные значения **Км** имевшие место в разных семьях зеркального карпа. Проведенные расчеты дали возможность оценить потенциал роста сеголетков карпа (табл. 1).

Таблица 1 – Коэффициенты массонакопления сеголетков карпа, СПУ «Изобелино», 2011 г.

| Семья карпа | Периоды контрольных обловов |          |          |          |          |          |
|-------------|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|             | До 10.07                    | До 20.07 | До 30.07 | До 10.08 | До 20.08 | До 30.08 |
| №1          | 1,17217                     | 1,06080  | 1,02476  | 1,02062  | 1,01905  | 1,01905  |
| №2          | 1,16419                     | 1,08753  | 1,02531  | 1,02869  | 1,02167  | 1,01218  |
| №3          | 1,17280                     | 1,07625  | 1,02463  | 1,01425  | 1,01614  | 1,01698  |
| №4          | 1,16808                     | 1,02257  | 1,05936  | 1,02644  | 1,02644  | 1,01922  |
| №5          | 1,17633                     | 1,08515  | 1,01110  | 1,01202  | 1,01155  | 1,01155  |
| №6          | 1,17899                     | 1,05598  | 1,02338  | 1,02608  | 1,00997  | 1,01059  |
| №7          | 1,17577                     | 1,06864  | 1,02477  | 1,00924  | 1,00924  | 1,00924  |
| №8          | 1,19330                     | 1,02631  | 1,02631  | 1,01085  | 1,01733  | 1,01807  |
| №9          | 1,17217                     | 1,08910  | 1,01059  | 1,01553  | 1,01485  | 1,01485  |
| №10         | 1,18047                     | 1,06730  | 1,01811  | 1,02257  | 1,01743  | 1,01526  |
| №11         | 1,18143                     | 1,05732  | 1,01917  | 1,01553  | 1,01553  | 1,01003  |
| Max         | 1,19330                     | 1,08910  | 1,05936  | 1,02869  | 1,02644  | 1,01922  |
| Min         | 1,16419                     | 1,02257  | 1,01059  | 1,00924  | 1,00924  | 1,00924  |

Максимально возможная среднештучная масса сеголетка карпа около 80 г. Минимально возможная среднештучная масса сеголетка карпа за исследованный период с 20.06.2011 г по 30.08.2011 г могла превысить только 6 г, при условии, что не соблюдалась технология выращивания (табл. 2). Если учитывать температурный фактор продуктивного действия и принимать за оптимальные температуры 22-26 °С для карпа, то отмечена среднемесячная температура в июле 2011 года +20,2 °С, в августе +17,7 °С.

Таблица 2 – Моделирование роста сеголетка карпа, СПУ «Изобелино», 2011 г.

| Значения | Июль   |          |        |          |         |          | Август |          |        |          |        |          |
|----------|--------|----------|--------|----------|---------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
|          | 1      |          | 2      |          | 3       |          | 1      |          | 2      |          | 3      |          |
|          | Км     | масса, г | Км     | масса, г | Км      | масса, г | Км     | масса, г | Км     | масса, г | Км     | масса, г |
| Max      | 1,1933 | 9,40     | 1,0891 | 22,07    | 1,05936 | 39,28    | 1,0286 | 52,12    | 1,0264 | 67,67    | 1,0192 | 81,86    |
| Min      | 1,1641 | 3,50     | 1,0225 | 4,37     | 1,01059 | 4,86     | 1,0092 | 5,33     | 1,0092 | 5,84     | 1,0092 | 6,41     |
| T °С     | 20,2   |          |        |          |         |          | 17,7   |          |        |          |        |          |
| Max °С   | 1,2205 | 9,40     | 1,1016 | 24,75    | 1,0677  | 47,66    | 1,0411 | 71,33    | 1,0379 | 103,56   | 1,0276 | 136,00   |

Максимально возможная среднештучная масса сеголетка зеркального карпа за исследованный период по 30.08.2011 г могла достигать 136 г, при условии обеспечения температуры среды в оптимальных пределах. Вполне обосновано получение племенных сеголетков карпа при строгом соблюдении технологии среднештучной массы 80 г во II зоне рыбоводства за 100 суток выращивания.

**3.5.2 Разработка модели роста по нормативным показателям племенной работы с сеголетками карпа** проводилась по материалам Рыбоводно-биологических норм для эксплуатации прудовых хозяйств, изданным в 1985 г. Нормативы селекционно-племенной работы представляли собой материал для проведения расчетов. Методологической основой расчетов послужила представленная выше формула определения **Км**. Проводили расчеты, ориентируясь на достижение среднештучной массы, а также, обеспечение общей рыбопродуктивности, получали показатели **Км** по формуле 6.

$$K_m = (O_p / (P \times V \times M_0))^{1/T}, \quad (6)$$

где, **O<sub>p</sub>** – общая рыбопродуктивность, кг/га; **P** – плотность посадки, шт/га; **V** – выход, как нормированный коэффициент от 0 до 1; **M<sub>0</sub>** – начальная масса личинки, кг/шт; **T** – максимальное или минимальное количество дней с температурой выше 15 °С для изучаемой зоны рыбоводства.

Полученные значения описывали рост сеголетков карпа при принятом уровне интенсификации рыбоводства. При расчете данного коэффициента по рыбопродуктивности не учитывали конечную массу сеголетков карпа, все показатели описывали технологический процесс, регламентированный в нормах.

Соизмерить **Км** по двум разным зонам рыбоводства невозможно, но вполне реально использовать при оценке качества племенных сеголетков карпа выращенных в одной зоне.

Для того, чтобы выстроить ряд значений **Км** от исходных значений, от I до VII зоны рыбоводства, автором разработана формула расчета коэффициента понижения, позволяющая откорректировать полученные результаты:

$$K_{п} = (K_{м7}/K_{м1})^{1/6}, \quad (7)$$

где, **К<sub>м7</sub>** – минимальный **Км** для VII зоны рыбоводства, **К<sub>м1</sub>** – минимальный **Км** для I зоны рыбоводства.

Принимали обратное значение степени равное 6, так как между значениями для I и VII зон рыбоводства существует 6 промежутков. Минимальные значения брали для того, чтобы достоверно описать процессы роста сеголетка при максимальном количестве суток в соответствии с принятыми нормами.

По сути проведенных расчетов, за 175 суток выращивания карпа при достаточной оптимизации технологических параметров процесса возможно достижение среднештучной массы почти 310 г, притом, что за основу принимали значения рассчитанных **Км**. Так, I зона рыбоводства вошла целиком, все последующие были учтены в расчетах по своим интервалам в сутках. По моделируемым значениям **Км**, за 175 суток выращивания при оптимизации технологических параметров возможно достижение массы 330 г сеголетками карпа. Причем, взяты, только минимальные значения. для I и VII зоны рыбоводства.

Процессы моделирования роста карпа можно продлить до 325 суток выращивания, при том же значении понижающего коэффициента, но периоды снижения взяты в 25 суток. Просчитали дополнительные этапы роста (табл. 3).

Таким образом, рассчитанные значения выращивания карпа в течение года позволили ожидать достижения среднештучной массы в 1,7 кг, причем на **Км** влияла среднештучная масса, генетически заложенный потенциал роста и время выращивания с комфортными температурами воды выше 15 °С.

Таблица 3 – Моделирование значений роста племенного годовика карпа

| Показатели                               | Значения показателей |        |        |        |         |         |         |
|--|----------------------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
|  | 1                    | 2      | 3      | 4      | 5       | 6       | 7       |
| Интервалы                                |                      |        |        |        |         |         |         |
| Количество суток в интервале             | 175                  | 25     | 25     | 25     | 25      | 25      | 25      |
| Общее количество суток                   | 175                  | 200    | 225    | 250    | 275     | 300     | 325     |
| Расчетный Км по общей рыбопродуктивности | 1,0173               | 1,0155 | 1,0137 | 1,0119 | 1,0101  | 1,0083  | 1,0065  |
| Среднештучная масса, г                   | 329,80               | 484,09 | 679,82 | 913,42 | 1174,23 | 1444,25 | 1699,56 |

По предложенной форме расчетов проводили моделирование роста товарной рыбы после проведения зимовки (табл. 4).

Таблица 4 – Моделирование значений роста двухлетка карпа

| Показатели                               | Значения показателей |        |        |        |        |        |         |
|--|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
|  | 1                    | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7       |
| Интервалы                                |                      |        |        |        |        |        |         |
| Количество суток в интервале             | 365                  | 25     | 25     | 25     | 25     | 25     | 25      |
| Расчетный Км по общей рыбопродуктивности | 1,0281               | 1,0263 | 1,0245 | 1,0226 | 1,0209 | 1,0191 | 1,0173  |
| Среднештучная масса, г                   | 40,00                | 76,54  | 140,13 | 245,46 | 411,37 | 659,61 | 1011,93 |

Если годовики карпа будут иметь среднештучную массу 40 г, то за следующий летний период при температуре воды выше 15 °С, расчеты позволяли ожидать среднештучной массы одного экземпляра в 1,0 кг.

**3.6 Зимовка сеголетка разных пород карпа** основывается на изучении состояния организма рыбы в данный период. Проведено описание процессов накопления или убывания вещества путем расчета соответствующего коэффициента. За период изучения принимали 180 суток, с 10 октября 2011 г по 10 апреля 2012 г. Значение **Ку** ниже 1, указывало на то, что рыба теряла сухое вещество, протеин и липиды во время зимовки организма, имела определенный среднесуточный процент потерь исследуемых значений. Производители лавинского карпа были завезены из III зона рыбоводства. При анализе данных таблицы 5 отмечено, что потери энергии в течение периода зимовки в прудах за 180 суток составляли 23,99 %, или 330,40 ккал/кг. Выход из зимовки 78%.

Выращивание черепетского карпа, производители которого были завезены из Черепетского тепловодного хозяйства Тульской области, IV зона рыбоводства, в условиях II зоны рыбоводства в летний период позволило получить ка-

чественных сеголетков карпа. Во время зимнего содержания потери энергии около 500 ккал/кг, превышали 36 % от всей энергии организма. Выход годовико из зимовки составил 65 %.

Таблица 5 – Потери энергии сеголетками разных пород карпа во время зимовки в прудах СПУ «Изобелино», 180 суток, 2011-2012 гг.

| Показатели                                  | Энергетический эквивалент живой массы сеголетка, ккал/кг | Энергетический эквивалент живой массы годовика, ккал/кг | Энергетический эквивалент потерь за зимовку, ккал/кг | Энергетический эквивалент потерь за зимовку, % |
|---|--|---|--|--|
| <b>Лахвинский карп</b>                      |  |   |  |  |
| Энергетический эквивалент жира, ккал/кг     | 779,00   | 475,00  | 304,00   | 39,02  |
| Энергетический эквивалент протеина, ккал/кг | 598,40   | 572,00  | 26,40  | 4,41   |
| Сумма, ккал/кг                              | 1377,40  | 1047,00   | 330,40   | 23,99  |
| <b>Черепетский карп</b>                     |  |   |  |  |
| Энергетический эквивалент жира, ккал/кг     | 741,00   | 332,50  | 408,50   | 55,13  |
| Энергетический эквивалент протеина, ккал/кг | 642,40   | 550,00  | 92,40  | 14,38  |
| Сумма, ккал/кг                              | 1383,40  | 882,50  | 500,90   | 36,21  |
| <b>Отводка три прим изобелинского карпа</b> |  |   |  |  |
| Энергетический эквивалент жира, ккал/кг     | 750,50   | 579,50  | 171,00   | 22,78  |
| Энергетический эквивалент протеина, ккал/кг | 695,20   | 620,40  | 74,80  | 10,76  |
| Сумма, ккал/кг                              | 1445,70  | 1199,90   | 245,80   | 17,00  |

Изучаемая отводка три прим изобелинской породы карпа содержится в СПУ «Изобелино» с 50-ых годов XX века, расходы протеина и липидов за зимовку минимальны в затратах энергии – 245,80 ккал/кг, 17 %. Выход годовиков карпа составил 83 %.

Основу метаболизма в зимний период составляли потери энергии липидов от 22 до 40 %, потери энергии протеина – от 10 до 4 % у отводки три прим изобелинского карпа и лахвинского карпа, соответственно.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработаны и научно обоснованы рациональные методы повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности отличающиеся принципиально новыми решениями в кормлении рыбы, с моделированием роста рыбы и программированием производственных процессов, расчетом структуры и объемов затрат средств на обеспечение выращивания товарной продукции.

1. Использование разработанной автором программы расчета малокомпонентных кормов позволяло рыбководному предприятию разработать и производить комбикорм для рыбы с заданным количеством питательных веществ с учетом стоимости каждого компонента корма. Разработана компьютерная программа и получено Свидетельство о регистрации. По итогам внедрения разработаны, приготовлены и применялись 6- и 7-компонентные корма (451т и 267т, соответственно), которые показали в 1,36-1,40 раза более высокую эффективность по сравнению с комбикормом К-110. Экономический эффект 2014 г превысил 51 тысячу долларов США, а 2015 г превысил 28 тысяч долларов США.

2. Применение на практике разовых норм кормления с нарастающим итогом в пределах суточного рациона позволило получить прирост массы опытной группы на 4,8 % выше прироста контрольной группы карпа, при расчетных значениях 5 % повышения прироста рыбы.

3. Разработана и научно обоснована новая формула расчета коэффициента массонакопления, отражающая процессы роста рыбы до товарной массы, получен Патент на изобретение Республики Беларусь №21885 «Способ определения массонакопления рыбы». На основании данных Патента выявлены возможности разработки программ выращивания рыбы переходя от биологических особенностей вида к технологическим параметрам его содержания, обеспечивая их соблюдение техническими средствами проводили расчет затрат необходимых экономических ресурсов и давали обоснование эффективности мероприятий. Таким образом, получили основу для разработки новых технологий, которые отражают весь производственный процесс с детализацией до 1 суток. Проведение

ны исследования по тепловодным водоемам и по водоемам с естественным температурным режимом. На базе ОАО «Рыбхоз «Полесье» и ЗАО «Ольшанка» внедрены программы выращивания товарного карпа с общей продуктивностью свыше 5 т/га. При этом рентабельность производства возросла до 83%, тогда как при общей рыбопродуктивности около 2 т/га едва достигала 32%.

Изучены рост и массонакопление канального и клариевого сома. Разработана компьютерная программа и получено Свидетельство о регистрации.

4. Разработаны подходы и созданы модели роста рыбы в технологических водных объектах, которые представлены на примерах щуки и карпа.

Анализируя рост щуки, и принимая для проведения расчетов, сохранение одного значения коэффициента массонакопления для трехнедельного периода роста в изученном жизненном цикле, разработали биологическую модель. Графическое изображение интерпретировало рост отдельного среднестатистического экземпляра щуки в виде модели по аналогу прироста чешуи.

Процессы обмена веществ у карпа получали новую интерпретацию и детализировались до 1 суток и даже 1 часа.

5. Математическими методами доказана возможность выращивания товарной продукции карпа за один год. При проведении моделирования процесса роста в течение 175 суток получили результат максимальной среднештучной массы для племенных сеголетков карпа в 330 г. Моделирование позволило выявить, что при поддержании комфортных условий с температурой воды выше 15 °С в течении года ожидаема среднештучная масса карпа в 1,7 кг.

6. Изучены процессы изменения структуры организма рыбы на основе формулы расчета коэффициента массонакопления. Впервые введены в практику расчетов коэффициенты накопления и убывания, которые отражают изменение биохимической структуры организма рыбы за период изучения. Дана оценка эффективности зимовки разных пород карпа на основе изучения динамики физиолого-биохимических параметров структуры организма рыбы за исследуемый период. Процессы физиологического обмена веществ в организме

рыбы получают новую интерпретацию и детализируются вплоть до 1 суток. Потери энергии в течение периода зимовки в условиях прудов наблюдались в пределах от 17 до 24 %, или 245–330 ккал/кг, у отводки три прим изобелинского карпа и лахвинского карпа, соответственно. Тогда как потери годовиков черепетского карпа составили около 500 ккал/кг, они превышали 36 % энергии организма, что в 1,5 раза больше, чем теряли карпы лахвинской породы, или в 2 раза больше потерь отводки три прим.

### **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ**

Рекомендуется использовать в аквакультуре предложенные рациональные методы повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности позволяющие внедрять импортозамещение и ресурсосберегающие процессы.

1. Метод расчета малокомпонентных кормов для карпа с целью более полного использования ресурсов местной кормовой базы;
2. Метод расчета разовых норм кормления в пределах суточного рациона с целью повышения эффективности использования кормов;
3. Способ определения массонакопления на основе формулы расчета коэффициента массонакопления при товарном выращивании для разработки программ и технологий при определенных условиях содержания, повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности;
4. Моделирование процессов роста, кормления и обмена веществ, обеспечивающее изучение потенциальных возможностей роста рыбы, дающих новую интерпретацию физиолого-биохимических процессов в организме животных с подробной детализацией от 1 ч до 1 суток;
5. Метод оценки физиологического состояния карпа по результатам летнего выращивания с целью получения качественной рыбной продукции;
6. Метод оценки энерго-физиологического состояния перезимовавших годовиков карпа с целью повышения эффективности производства.



## ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

На основании проведенных исследований выявлены возможности повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности. Производство комбикормов для рыбы получило доступную для каждого пользователя компьютерную программу позволяющую учитывать в структуре основные технологические и стоимостные показатели компонентов корма. Компоненты корма могут постоянно обновляться с целью решения задач импортозамещения и ресурсосбережения, но сами корма по структуре должны оставаться сбалансированными. Суточные рационы и нормы кормления выводят на новый уровень ресурсосбережения все технологические аспекты в ежедневном подходе к кормлению рыбы, требуют адаптации к каждому виду рыбы.

Способ определения массонакопления рыбы показал высокую технологичность, простоту и доступность в разработке основы программ выращивания рыбы переходя от биологических особенностей отдельного вида к технологическим параметрам его содержания, обеспечивая их соблюдение техническими средствами, что позволяет проводить расчет затрат необходимых ресурсов и давать обоснование эффективности деятельности. Даже такой изученный объект разведения как карп получает дополнительную возможность в разработке новых технологий выращивания с разной интенсивностью. А также, получили основу для разработки новых технологий по другим объектам аквакультуры или других сельскохозяйственных животных по направлениям, которые заложены соответствующими программами. Логически увязываются все технологические и стоимостные показатели отражая эффективность производственных процессов.

Методы оценки физиологического состояния рыбы позволили с помощью математического аппарата раскрыть сущность процессов до девяти знаков после запятой, что другими способами невозможно сделать. Перспективы всех методов в том, что это направления поисковых работ, которые нужно расширять и разрабатывать далее, как темы отдельных исследований.

## СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ СОИСКАТЕЛЯ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ

### Монографии

1. **Шумак, В. В.** Эколого-экономическое обоснование разведения новых объектов рыбоводства : монография / **В. В. Шумак.** – Минск : Мисанта, 2012. – 212 с.
2. **Шумак, В. В.** Методы повышения эффективности использования водоемов комплексного назначения : монография / **В. В. Шумак.** – Минск : Мисанта, 2014. – 366 с.
3. **Шумак, В. В.** Программирование процессов в сельскохозяйственном производстве (рыбоводство и животноводство) : монография / **В. В. Шумак, В. В. Пекун, А. С. Витаховская.** – Минск : Право и экономика, 2015. – 62 с.
4. **Shumak, V. V.** Эффективность энергозатрат зимующего сеголетка разных пород карпа / **V. V Shumak** // Monografia naukowa – Innowacyjne dzialania i gospodarstwa na obszarach wiejskich. - Pod redakcja D. Kozlovskiej i L. Kozlovskiego. – PTG OT, Torun, 2015. – С. 314-326.

### Статьи в журналах из перечня ВАК Российской Федерации

5. **Шумак, В. В.** Моделирование роста рыбы в водоемах комплексного назначения / **В. В. Шумак, В. В. Ус, С. В. Торганов** // Известия СПбГАУ. – Санкт-Петербург, 2013. – № 33. – С. 91-97.
6. **Шумак, В. В.** Потери массы и энергии зимующим сеголетком разных пород карпа / **В. В. Шумак** // Известия КГТУ. – Калининград, 2016. – № 41. – С. 68-78.
7. **Шумак, В. В.** Основы модели роста карпа / **В. В. Шумак** // Рыбное хозяйство. – М., 2016. – № 3. – С. 80-85.
8. **Шумак, В. В.** Программа расчета структуры малокомпонентных кормов для аквакультуры и животноводства / **В. В. Шумак** // Аграрная Россия. – М., 2016. – № 8. – С. 13-15.

9. **Шумак, В. В.** Программа выращивания рыбы - основа разработки технологий / **В. В. Шумак**, В. В. Пекун // Вестник АГТУ. – Астрахань, 2016. – № 3. – С. 64-69.

10. **Шумак, В. В.** Моделирование роста клариевого сома в аквакультуре / **В. В. Шумак**, С. В. Торганов // Известия СПбГАУ. – Санкт-Петербург, 2016. – № 44. – С. 120-127.

11. **Шумак, В. В.** Новый способ оценки эффективности выращивания сеголеток карпа *Cyprinus carpio L.* / **В. В. Шумак** // Вестник АГТУ. – Астрахань, 2016. – № 3. – С. 86-93.

12. **Шумак, В. В.** Программа расчета разовых норм кормления с учетом роста рыбы / **В. В. Шумак** // Аграрная Россия. – М., 2016. – № 11. – С. 8-10.

13. **Шумак, В. В.** Программирование производственных процессов в аквакультуре / **В. В. Шумак** // Рыбное хозяйство. – М., 2016. – № 6. – С. 77-80.

14. **Шумак, В. В.** Накопление сухого вещества товарной рыбой / **В. В. Шумак** // Вестник АГТУ. – Астрахань, 2017. – № 1. – С. 131-136.

15. **Шумак, В. В.** Сравнительная эффективность использования разных кормов при выращивании карпа *Cyprinus carpio L.* / **В. В. Шумак** // Рыбное хозяйство. – М., 2017. – № 4. – С. 89-94.

16. **Шумак, В. В.** Эффективность использования малокомпонентных кормов товарным карпом / **В. В. Шумак** // Вестник АПК Верхневолжья. – Ярославль, 2017. – № 3 (39). – С. 31-36.

#### **Статьи в сборниках научных трудов**

17. Чутаева, А. И. Технологический регламент содержания и использования ремонтно-маточного стада, получения молоди канального сома / А. И. Чутаева, В. М. Муратов, В. В. Ус, С. И. Докучаева, В. Д. Сенникова, **В. В. Шумак**, А. И. Хасеневич, А. А. Алексеева // Сборник научно-технологической и методической документации по аквакультуре в Беларуси. – Минск : РУП БелНИИРХ, 2006. – С. 83-91.

18. **Шумак, В. В.** Экономическая эффективность поликультуры на естественной кормовой базе водохранилища / **В. В. Шумак**, И. И. Подобедов // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций : региональный аспект : сборник науч. трудов. – Донецк, 2010. – Ч. 3. – С. 909–912.

19. **Шумак, В. В.** Эффективность научных исследований в рыбном хозяйстве Республики Беларусь / **В. В. Шумак**, Е. В. Таразевич // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций : региональный аспект : сборник науч. трудов. – Донецк : ДонНУ, 2011. – Ч. 1. – С. 485-490.

20. **Шумак, В. В.** Эколого-экономическая эффективность акклиматизации тандема тепловодных видов / **В. В. Шумак** // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций : региональный аспект : сборник науч. трудов. – Донецк : ДонНУ, 2013. – Ч. 2. – С. 397–400.

21. **Шумак, В. В.** Нормативные показатели племенной работы – основа разработки модели роста карпа / **В. В. Шумак** // Труды РУП БелНИИРХ. – Минск : Бизнесофсет, 2013. – Вып. 29. – С. 72-84.

22. **Шумак, В. В.** Инвестирование научно-исследовательской работы в рыбном хозяйстве / **В. В. Шумак** // Проблемы развития внешнеэкономических связей и привлечения иностранных инвестиций : региональный аспект : сборник науч. трудов. – Донецк : ДонНУ, 2014. – Ч. 1. – С. 421-424.

23. **Шумак, В. В.** Динамика изменения уровня влаги в организме сеголетка карпа / **В. В. Шумак** // Труды РУП БелНИИРХ. – Минск : Бизнесофсет, 2014. – Вып. 30. – С. 171-179.

#### **Статьи в научных журналах**

24. **Шумак, В. В.** Канальный сом как объект акклиматизации / **В. В. Шумак** // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – М., 2006. – № 3. – С. 33-36.

25. **Шумак, В. В.** Рыбохозяйственное использование водохранилищ / **В. В. Шумак** // Мелиорация. – Минск : РУП «Институт мелиорации», 2013. – № 1(69). – С. 86-92.
26. **Шумак, В. В.** Потенциал роста сеголетка племенного карпа / **В. В. Шумак** // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук : сборник науч. трудов. – М., 2013. – № 12 (59). – Ч.1. – С. 61-66.
27. **Шумак, В. В.** Эффективность процесса выращивания и оценка риска потери массы рыбы / **В. В. Шумак** // Annals of Economics Research Foundation European Institute of Sustainable Development : Materials International Conference «Problems of regional and local development diversity of rural areas in Europe». – West Pomerian University of Technology. Szczecin. 2013. – P. 277–281.
28. **Шумак, В. В.** Моделирование роста сеголетка племенного карпа / **В. В. Шумак** // Известия КГТУ. – Калининград, 2014. – № 32. – С. 186-194.
29. Таразевич, Е. В. Особенности пищевой ценности кроссов с тремлянским карпом / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, Л. М. Вашкевич, А. П. Семенов, В. Б. Сазанов, В. В. Ус, **В. В. Шумак** // Рыбопродукты : технологии производства и эффективность продаж. – М., 2014. – № 2. – С. 24-28.
30. **Шумак, В. В.** Загрязнение водоемов комплексного назначения / **В. В. Шумак** // Мелиорация. – Минск : РУП «Институт мелиорации», 2014 – № 2 (73). – С. 67-73.
31. Таразевич, Е. В. Особенности пищевой ценности различных кроссов с тремлянским карпом / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, Л. М. Вашкевич, А. П. Семенов, В. Б. Сазанов, В. В. Ус, **В. В. Шумак** // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – М., 2014. – № 4. – С. 40-45.
32. **Шумак, В. В.** Выращивание клариевого сома за счет использования потерь тепловой энергии сбросных вод ГРЭС / **В. В. Шумак** // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук. – Пинск, 2015. – №. 2.– С. 57-63.

### **Патент и свидетельства о регистрации компьютерных программ**

33. Патент на изобретение № 21885 Республика Беларусь, Способ определения массонакопления рыбы / **В. В. Шумак**; патентообладатель **В. В. Шумак**. – Заявка № а20140520 от 09.10.2014. – Зарегистрирован в Государственном реестре 29.01.2018.

34. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №767 «Программа расчета разовых норм кормления рыбы в пределах суточного рациона» от 15.05.2015 / **В. В. Шумак**. – Заявка № С20150033.

35. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №768 «Программа расчета структуры малокомпонентных кормов» от 15.05.2015 / **В. В. Шумак**. – Заявка № С20150034.

36. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №774 «Программа выращивания сеголетка карпа» от 05.06.2015 / **В. В. Шумак**. – Заявка № С20150042.

37. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №775 «Программа выращивания товарного двухлетка карпа» от 05.06.2015 / **В. В. Шумак**. – Заявка № С20150043.

38. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №791 «Программа расчета возможных потерь массы сеголетком карпа в период выращивания» от 04.08.2015 / **В. В. Шумак**. – Заявка № С20150063.

39. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №783 «Программа выращивания птицы на мясо» от 02.07.2015 / **В. В. Шумак**, В.В. Пекун. – Заявка № С20150053.

40. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №784 «Программа расчета затрат на производство баранины» от 02.07.2015 / **В. В. Шумак**, В.В. Пекун. – Заявка № С20150054.

41. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №785 «Программа производства мяса КРС» от 02.07.2015 / **В. В. Шумак**, В.В. Пекун. – Заявка № С20150055.

42. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №798 «Программа выращивания клариевого сома» от 04.09.2015 / **В. В. Шумак**. – Заявка № С20150065.

43. Свидетельство о регистрации компьютерной программы №799 «Программа расчета потерь энергии годовиком карпа за период зимовки» от 04.09.2015 / **В. В. Шумак**. – Заявка № С20150066.

### **Материалы конференций**

44. **Шумак, В. В.** Определение запаса канального сома в водоемоохладителе Березовской ГРЭС и пути его использования / **В. В. Шумак** // Европейская аквакультура и кадровое обеспечение отрасли: матер. Межд. симп. – Горки, 2001. – С. 26-31.

45. **Шумак, В. В.** Применение грунтовых вод для выращивания рыбы / **В. В. Шумак**, В. А. Немиро // Механизм формирования соц. - экон. развития регионов Республики Беларусь в условиях перехода к рыночной экономике : матер. Межд. научно-практ. конф. – Минск : БГЭУ, 2006. – С. 87-89.

46. **Шумак, В. В.** Повышение эффективности использования водных ресурсов / **В. В. Шумак** // Окружающая среда Полесья: особенности и перспективы развития : матер. IV Межд. науч. конф. – Брест : Альтернатива, 2008. – С. 142-143.

47. Таразевич, Е. В. Проблема сохранения генофонда карпов Республики Беларусь / Е. В. Таразевич, М. В. Книга, А. П. Семенов, **В. В. Шумак** // Проблемы интенсификации производства продукции животноводства : матер. Междунар. научно-практ. конф. – Жодино. 2008 – С. 118-119.

48А. Книга, М. В. Эффективность использования селекционных достижений в карповодстве / М. В. Книга, Е. В. Таразевич, А. П. Семенов, **В. В. Шумак** // Устойчивое развитие экономики: состояние, проблемы, перспективы : матер. III Междунар. научно-практ. конф. – Пинск, 2009. – Ч. 3. – С. 67-68.

49. **Шумак, В. В.** Повышение эффективности использования водохранилищ / **В. В. Шумак** // Экономический рост Республики Беларусь: глобализация, инновационность, устойчивость : матер. II Междунар. научно-практ. конф. – Минск, БГЭУ, 2009. – С. 88–89.

50. **Шумак, В. В.** Моделирование процессов в АПК с помощью приложения Excel / **В. В. Шумак** // Современные тенденции социально-экономического развития агропромышленного производства Украины в контексте интеграции в мировую экономику : матер. Междунар. научно-практ. конф. – Нежин, 2014. – С. 235-241.

51. **Шумак, В. В.** Перспективы использования приложения Excel для бизнес-образования / **В. В. Шумак** // Актуальные проблемы бизнес-образования : матер. XIII Межд. научно-практ. конф. – Минск, БГУ, 2014. – С. 397-400.

52. **Шумак, В. В.** Модульное рыболовство / **В. В. Шумак**, А. Ю. Журавский // *Zrownowazony rozwoj obszarow zaleznych od rybactwa* : miedzynarodowa praktyczno-naukowa konferencja, 20-22 pazdziernika 2014, Suwalkach. – Warszawa-Suwalki, 2014. – [б.с.].

53. **Шумак, В. В.** Разработка модели роста щуки – *Esox lucius* / **В. В. Шумак** // *Zrownowazony rozwoj obszarow zaleznych od rybactwa* : miedzynarodowa praktyczno-naukowa konferencja, 20-22 pazdziernika 2014, Suwalkach. – Warszawa-Suwalki, 2014. – [б.с.].

#### **Учебно-методические пособия**

54А. Селекция рыб: курс лекций / **В. В. Шумак**, В. В. Ус, Е. В. Таразевич. – Минск : Мисанта, 2013. – 245 с.

55А. Биолого-экономические аспекты планирования производства товарной рыбной продукции : методическое пособие / **В. В. Шумак**, Ю. М. Рудый. – Минск : Мисанта, 2015. – 32 с.



## РЕЗЮМЕ

Шумак Виктор Викторович

### РАЦИОНАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

**Ключевые слова:** методы, технологические водные объекты, виды, породы, рост, коэффициент массонакопления, моделирование.

**Цель работы:** повысить эффективность рыбохозяйственной деятельности за счет использования новых методов расчетов структуры кормов и их разовых норм внесения, моделирования и программирования производственных процессов выращивания рыбы в течение года.

**Объект исследований:** щука, карпы белорусской и зарубежной селекции.

**Методы исследований:** ихтиологические, рыбохозяйственные, физиолого-биохимические, морфологические, биометрические, графические, моделирование процессов.

**Полученные результаты и их новизна.** Разработана и научно обоснована система использования принципиально новых методов повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности, включающая моделирование и программирование производственного процесса в рыбоводстве. Система объединяет потенциальные возможности роста рыбы и технико-рыбоводные приёмы для организации работы с учетом климатических особенностей территории, проведения сравнительного изучения продуктивных качеств различных пород карпа, определения физиолого-биохимического состояния организма рыбы в ходе реализации технологических процессов выращивания.

Разработка системы методов повышения эффективности рыбохозяйственной деятельности позволяет концептуально развивать общественно необходимое знание о технологических процессах в рыбоводстве.

**Область применения:** рыбные хозяйства и арендаторы водных угодий, товарное рыбоводство, садово-парковое рыбоводство, в учебном процессе при подготовке ихтиологов-рыбоводов, биологов и экономистов.

## SUMMARY

Victor V. Shumak

### RATIONAL METHODS THE PRODUCE ENHANCEMENT OF FISHERY WATER

**Key words:** methods, technological water bodies, types, breeds, accumulation ratio of the weight, modeling.

**Research goal:** to develop and validate new methods for improving the efficiency of fishing activities to the new methods for calculating fish feed structure and norms single feeding, methods of modeling and programming processes of cultivation.

**Object of research:** channel catfish, clariid catfish, pike, carp Belarusian and foreign breeding.

**Research methods:** ichthyology, fisheries, physiology, biochemistry, graphics, modeling and programming processes.

**The results obtained and their novelty.** Developed and scientifically grounded system methods of increasing the efficiency of fishery activities, creating the basis for the development of new technologies in fish farming. Biological characteristics of fish growth provide the basis for the development of process parameters, technical infrastructure which has monetary value.

The system combines the methods of assessing the potential growth of certain types of fish, technical methods for calculating fish feed structure and norms single feeding, methods of determining the physiological and biochemical state of the body of the fish during the implementation of technological processes of cultivation.

Development of methods for improving the efficiency of fishing activities allows conceptually development public-tively necessary knowledge about the processes in fish, of modeling and planning.

**Scope:** fisheries and renters water bodies, fisheries for sale, gardening fish farming, in the study process in the preparation of ichthyologists, fish farmers, biologists and economists.

ЛР №020444 от 10.03.98 г.

Подписано в печать 23.09.2019

Формат 60×84 1/16. Печ.л. 2,05

Заказ № 234 Тираж 100 экз.

*Редакционно-издательский центр Самарский ГАУ*

446442, Самарская область, г. Кинель, п.г.т. Усть-Кинельский,

ул. Учебная, 2

Тел.: (84663) 46-2-44, 46-2-47 Факс 46-2-44, E-mail: ssaariz@mail.ru