

Министерство образования и науки Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ В САДКОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Монография

Рекомендовано к изданию Ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург
2015

УДК 637.56
ББК 47.2
С 56

Рецензент – доктор медицинских наук С.В. Нотова

Авторы: Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.Е. Аринжанов, Е.А. Цурихин, А.Н. Жарков

С 56 Совершенствование технологии выращивания рыбы в садковом хозяйстве Ириклинского водохранилища: монография / Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.Е. Аринжанов, Е.А. Цурихин, А.Н. Жарков; Оренбургский гос. ун-т. - Оренбург: ОГУ, 2015. - 261 с.

ISBN 978-5-7410-1356-4

Монография посвящена изучению особенностей гидробиологического и гидрологического режимов Ириклинского водохранилища. Особое внимание уделено проблемам совершенствования выращивания карпа и растительноядных рыб в садках, а также влиянию скорости течения воды на продуктивность карпа и эффективность садкового хозяйства. Предназначена для специалистов рыбной отрасли, сотрудников и специалистов сельского хозяйства, а также для преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов вузов.

УДК 637.56
ББК 47.2

ISBN 978-5-7410-13

© Мирошникова Е.П.,
Килякова Ю.В.,
Аринжанов А.Е.,
Цурихин Е.А.,
Жарков А.Н., 2015
© ОГУ, 2015

Содержание

Введение	6
1 Общая характеристика Ириклинского водохранилища.....	9
2 Общая характеристика садкового хозяйства на Ириклинском водохранилище	53
2.1 Анализ рациональных режимов выращивания рыбы в садковом хозяйстве.....	53
2.2 История создания и развития Ириклинского садкового хозяйства.....	56
3 Биологическая характеристика объектов разведения.....	62
3.1 Карп.....	62
3.2 Белый толстолобик.....	70
3.3 Пестрый толстолобик.....	75
3.4 Белый амур.....	78
4 Технические особенности садковых хозяйств.....	82
5 Совершенствование биотехники выращивания карпа и растительноядных рыб в Ириклинском садковом хозяйстве.....	99
5.1 Биотехнология выращивания карпа и растительноядных рыб, применяемая в Ириклинском садковом хозяйстве.....	99
5.2 Отбор нерестовой группы производителей карпа.....	106
5.3 Получение личинок карпа.....	107
5.4 Подращивание молоди карпа в лотках.....	112
5.5 Подращивание молоди карпа в мальковых прудах.....	115
5.6 Выращивание сеголетков карпа в садках.....	121
5.7 Выращивание сеголетков растительноядных рыб в выростных прудах.....	125
5.8 Выращивание товарных двухлетков карпа в садках.....	128
6 Влияние скорости течения воды на продуктивность карпа и эффективность садкового хозяйства.....	133
6.1 Оценка обмена энергии в организме рыб при повышенных скоростях	

течения воды.....	133
6.2 Затраты энергии рыбой на плавание с различными скоростями.....	136
6.3 Возможные адаптационные изменения в затратах энергии на передвижение рыб.....	143
6.4 Методика проведенных исследований.....	149
6.5 Оценка опытной базы проведения исследований.....	154
6.6 Результаты I опыта.....	158
6.6.1 Корма и кормление подопытной рыбы.....	158
6.6.2 Влияние скорости течения на поведение подопытной рыбы.....	163
6.6.3 Потребление и переваримость питательных веществ корма.....	169
6.6.4 Рост и развитие карпов.....	173
6.6.5 Морфологический состав тела подопытной рыбы.....	177
6.6.6 Состав и содержание химических веществ в теле подопытной рыбы.....	181
6.6.7 Трансформация питательных веществ корма в продукцию.....	186
6.7 Результаты II опыта.....	191
6.7.1 Корма и кормление подопытной рыбы.....	191
6.7.2 Рост и развитие карпов.....	194
6.7.3 Морфологический и химический состав тела подопытной рыбы.....	196
6.7.4 Трансформация питательных веществ корма в продукцию.....	199
6.7.5 Экономическая эффективность производства товарного карпа.....	201
7 Рекомендации по выращиванию рыбы в условиях садковых хозяйств на сверхнормативных скоростях течения воды.....	203
8 Рекомендации по выращиванию сеголетков растительноядных рыб в прудах.....	211
9 Влияние различных скоростей течения воды в местах установки садков на эффективность использования протеина и энергии корма в организме карпа.....	213
Список использованных источников.....	224
Приложение А.....	250
Приложение Б.....	251

Приложение В.....	252
Приложение Г.....	253
Приложение Д.....	254
Приложение Е.....	255
Приложение Ж.....	256
Приложение И.....	257
Приложение К.....	258
Приложение Л.....	259
Приложение М.....	260
Приложение Н.....	261

Введение

Аквакультура – это динамичная, быстроразвивающаяся отрасль производства продуктов питания. Во всем мире рыба как основной объект аквакультуры является главным источником животного протеина, составляя 15-20 % от общего производства. Поскольку уловы рыбы и других гидробионтов ежегодно снижаются любой дополнительный объем рыбо- и морепродуктов может быть получен только за счет аквакультуры (Мамонтов, Гепецкий, 2001; Мамонтов, Литвиненко, 2007; Власов, 2012; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013).

В мире существует две системы, определяющие развитие аквакультуры. Условно их можно назвать «западная» и «восточная». «Западная» система присуща странам Европы и Северной Америки. Она основывается на культивировании особо ценных видов рыб (лососевые, угри, камбаловые и т.д.) путем откорма их высокобелковыми кормами. «Восточная» система присуща, в основном, Китаю и странам юго-восточной Азии, и базируется на поликультуре рыб, эффективно использующих природный продукционный потенциал водоемов, главным образом, карпа и растительноядных. В России возможно развитие всех форм аквакультуры. Однако, существующие традиции, наличие ресурсного обеспечения позволяет определить приоритетные направления – пастбищную аквакультуру и садковое выращивание рыбы (Виноградов, Мельченков, 2001; Козлов, Никифоров-Никишин, Бородин, 2006; Рыжков, 2011).

Подращивание и производство искусственно разводимых водных организмов в садках – это сравнительно недавняя инновация в аквакультуре. Садковое рыбоводство по сравнению с классическим прудовым рыбоводством имеет как свои плюсы, так и минусы. Садки и садковые линии можно устанавливать в озерах, водохранилищах, реках. При этом используется только часть водоема. Это позволяет заниматься рыбоводством на водоемах, которые имеют комплексное назначение и не могут быть отданы в пользование исключительно в целях рыбоводства.

Второе неоспоримое преимущество – возможность вести реализацию товарной рыбы в любое время года. Прудовые же хозяйства вынуждены большую часть продукции реализовывать осенью, в лучшем случае зимой.

В-третьих – садковые хозяйства имеют не большую площадь по сравнению с прудовыми хозяйствами. Их гораздо проще охранять, так как подходы только с воды и хорошо просматриваются. В наше время вопрос охраны стоит довольно остро. Особенно если речь заходит о ценных видах рыб (форель, осетр, стерлядь, веслонос).

Основным недостатком садкового рыбоводства можно назвать более высокую стоимость выращенной рыбы по сравнению с прудовым. Это связано с тем, что рыбы находящиеся в садках не могут в полной мере использовать акваторию водоема и вести свободный поиск пищи. Поэтому их рацион ограничен тем, что попадает в садки. Следовательно, и корма, используемые для кормления рыбы в садках, должны быть более сбалансированными.

Интенсификация тепловодного рыбоводства требует особого внимания к разработке и совершенствованию теории и практики разведения и кормления рыб. Накопленный в этой области знаний значительный экспериментальный материал позволяет балансировать рационы по большому количеству показателей, что закономерно повышает эффективность использования кормов и позволяет более полно реализовывать генетический потенциал современных пород рыб (Остроумова, 1977, 1981, 1983; Михеев, 1982, 1994; Кучеренко, 1985, Корнеев, 1990; Щербина и др., 1992; Пеньков, 1997; Привезенцев, 2000; Родионов, Жарков, Мирошникова, 2003; Мирошникова, Барабаш, Родионова, Жарков, Тетдоев, 2005; Пономарев, Иванов, 2009, 2014; Аринжанов и др., 2012, 2013, 2014; Мирошникова и др., 2012, 2013, 2014).

В настоящее время оптимизация существующих норм кормления идет по целому ряду параметров, в том числе и с учетом влияния различной интенсивности водообмена. Как известно превышение пороговой скорости течения воды в местах обитания рыбы по причине реотаксиса приводит к повышению расхода энергии на плавание (Буховец, 1977; Стикни, 1986; Яржомбек и др., 1986; Цурихин, Матюхин,

1988; Жарков, 2002; Мирошникова, Жарков, Родионов, Мирошников, 2004; Киреева, 2006).

Наукой накоплен значительный багаж знаний о затратах энергии на плавание у рыб (Винберг, 1956; Brett, 1965; Матюхин, 1973; Кляшторин, 1982; Яржомбек, 1982; Мирошникова, Жарков, 2002, 2003; Мирошникова, 2004; Мирошникова, Жарков, Богатова, 2004; Мирошникова, Богатова, Жарков, 2004). Однако большинство экспериментов по данной тематике проведены в условиях гидродинамических стендов на отдельных экземплярах, что не позволяет интерпретировать их для условий содержания карпа в садках, так как не дает возможности учитывать ни адаптационные изменения в организме рыб, связанные с тренированностью мышц и морфологическими изменениями в слизи тела рыб (Турецкий, 1975; Чайковская, 1979; Павлов; Пахоруков, 1982; Мирошникова, Жарков, 2002, 2003, 2004), ни потери корма в связи с вымыванием (Федоренко и др., 1981; Скляр, 2011), ни энергосберегающего движения в стае (Мусатов, 1980; Шмидт-Ниельсен, 1987; Мирошникова, Жарков, 2002, 2003; 2005; Магомаев, 2007; Власов, 2008; Пономарев, Лагуткина, 2008; Павлов, Саввантова, 2010; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2013, 2014).

В этой связи вполне актуальной представляется оценка влияния различных скоростей течения на эффективность превращения энергии и протеина в организме карпа с последующей разработкой мероприятий по оптимизации кормления рыбы в условиях садкового хозяйства.

Целью данной работы являлось совершенствование биотехники выращивания карпа и растительноядных рыб и изучение влияние различных скоростей течения воды в местах установки садков на эффективность использования протеина и энергии корма в организме карпа в Ириклинском садковом хозяйстве.

1 Общая характеристика Ириклинского водохранилища

Водный фонд Оренбургской области отличается большим количеством водоемов. Общий рыбохозяйственный фонд области включает около 600 рек общей длиной более 17 тыс. км, озера общей площадью 22 тыс. га, водохранилища суммарной площадью 31-32 тыс. га и несколько десятков прудов совокупной площадью около 1500 га. Самое крупное водохранилище – Ириклинское, располагается в восточном степном районе Оренбургской области (рисунок 1).

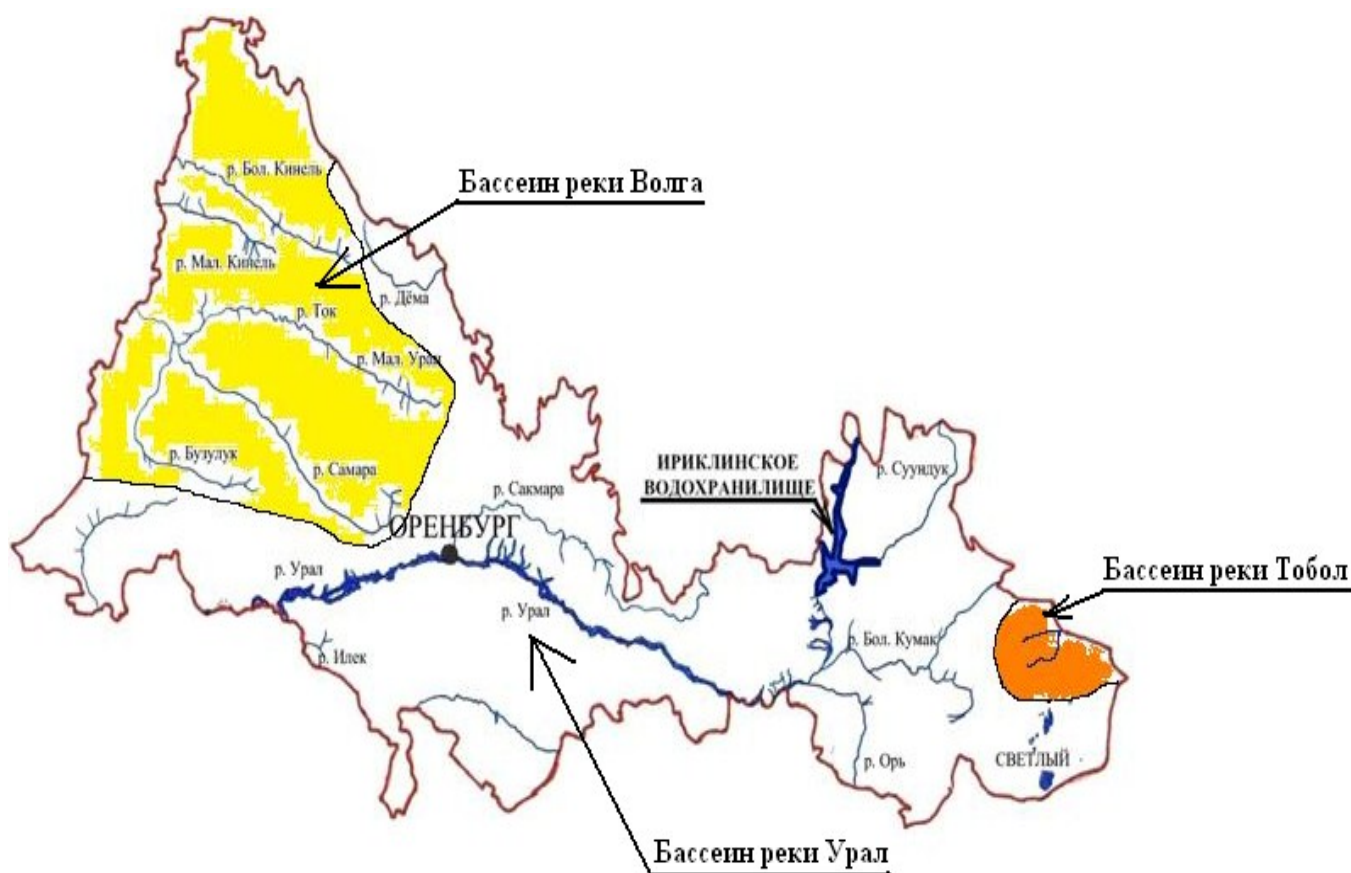


Рисунок 1 – Карта-схема Оренбургской области

Ириклинское водохранилище было построено в 1949-1955 гг. в верхнем течении р. Урал перекрытием реки в Ириклинском ущелье плотиной ГЭС (Балабанова, 1971). Заполнение водохранилища происходило довольно длительный период – с 17 апреля 1958 года по 8 мая 1966 года, когда впервые была достигнута

проектная отметка – 245 метров над уровнем моря (Исаев, Карпова, 1980). В первые годы образования водоема (1955-1960), амплитуда крайних показателей уровня достигала 19 м (Балабанова, 1971). В последующие годы она была значительно меньшей, в среднем уровень колебался от 3 до 5 м (Исаев, Карпова, 1980).

Гидроузел водохранилища образован глухой смешанно-набросной плотиной и береговым бетонным водосбросом, где размещена гидроэлектростанция мощностью 30 мегаватт. Створ плотины в Ириклинском ущелье, представляющем собой сужение долины Урала шириной около 250 метров, сложенное вулканическими породами – туфами и лавами девонского периода, был выбран еще в 1932 году ленинградскими инженерами-гидротехниками. Топографически – это самое удачное место для строительства плотин, а вулканические породы имеют низкую проницаемость, что сыграло решающую роль при сооружении гидроузла. В результате заполнения ложа до отметки 245 метров образовался узкий водоем длиной 73 км с тремя крупными заливами в южной части. Наиболее протяженный из них – Суундукский залив (Чибилев, 2002; Аринжанов, 2014).

В результате заполнения Ириклинского водохранилища под водой оказалась площадь в 26 тыс. га при средней глубине 12,5 м, максимальная глубина у створа плотины – около 40 м (рисунок 2). В нижней части водохранилища от плотины до устья реки Ташлы затоплены не только долина Урала с пойменными лесами, лугами, озерами, террасами, но и скалистые придолинные склоны. В зоне затопления оказалось село Таналык, основанное как крепость в 1743 году. Во второй половине XVIII века здесь содержался гарнизон в две с половиной роты и была построена церковь во имя Владимирской Божьей Матери. В станице Таналыцкой родился известный русский писатель В.П. Правдухин (1892-1939), оставивший воспоминания о своей родине в книге «Годы, тропы и ружье». Кроме села Таналык затоплены населенные пункты: село Малятино, поселки Никольский, Осетинский, Севастопольский, Горный Ерик, аул Шубартау. В устьях малых рек Караганки, Джусы, Базарбайки, Кильты, а также по оврагам и балкам, впадающим в Урал, Таналык и Суундук, образовалось множество заливов и лагун.



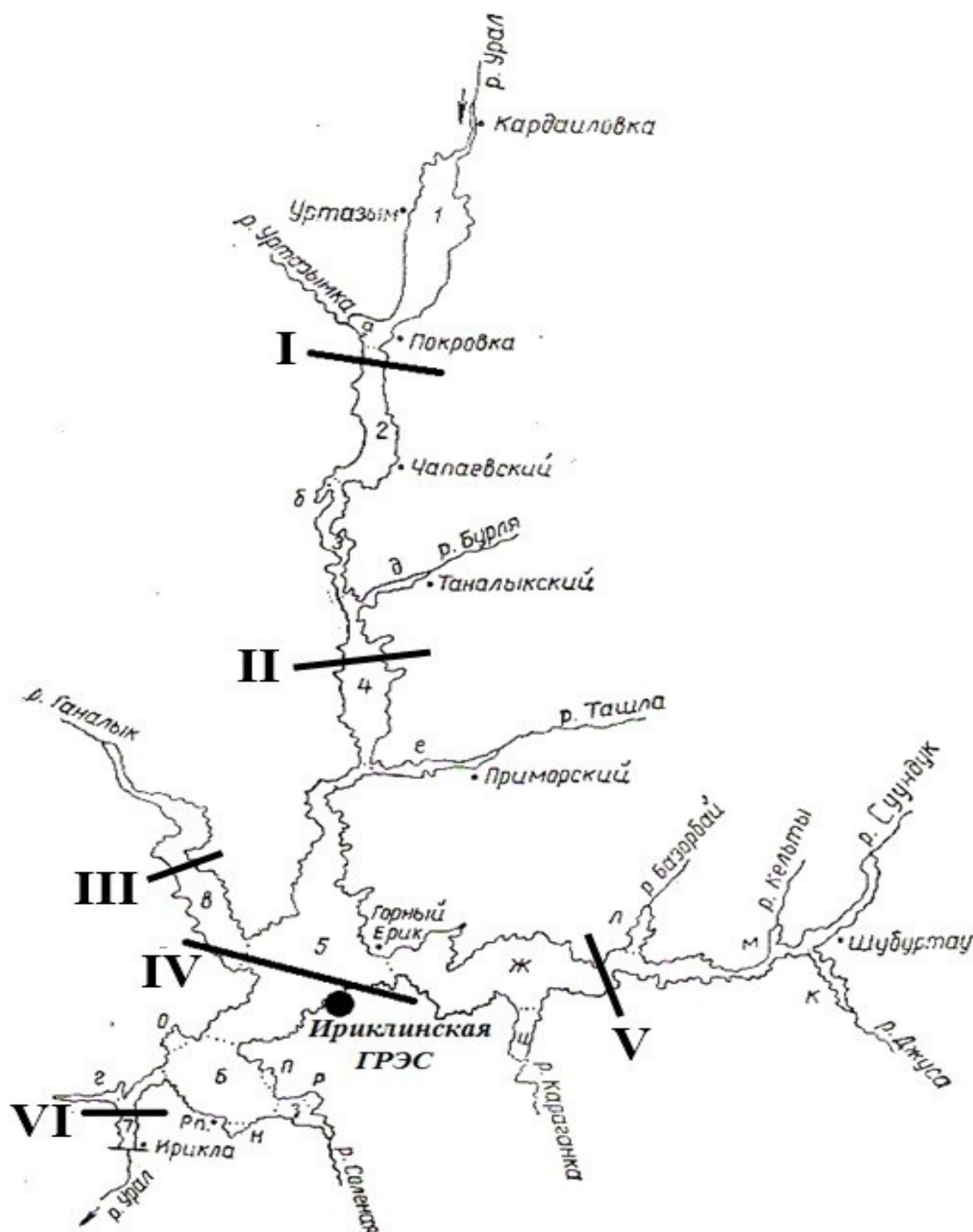
Рисунок 2 – Топографическая схема Иртышского водохранилища

В средней части водохранилища от устья Ташлы до устья Верхней Орловки возникло два плеса: широкий Софинский (между устьями Бурли и Ташлы) и узкий Орловский, в который впадают с запада три ручья: Нижняя, Средняя и Верхняя Орловка. В результате затопления и подтопления в средней части водохранилища исчезли населенные пункты Зубочистка, Софинка и Орловка. Верхняя часть водохранилища с глубиной по руслу Урала менее 12 м состоит из двух плесов: Чапаевского и самого мелководного Уртазымского. На этом участке оказались подтопленными села Покровка и Уртазым (Балабанова, 1971; Чибилев, 2002).

Цель создания водохранилища - получение электроэнергии, водоснабжение городов и промышленных предприятий, ирригация, развитие рыбного хозяйства, зарегулирование весеннего стока р. Урал. С 1974 года часть водохранилища подвержена влиянию теплых сбросных вод, выполняя функцию водоема-охладителя Ириклинской ГРЭС.

В настоящее время Ириклинское водохранилище является самым крупным искусственным водоемом на р. Урал и Южном Зауралье. Водохранилище на основании районирования, утвержденного Уральским филиалом Географического общества СССР на заседании № 5 от 3 декабря 1965 г. в г. Свердловске, разделено на ряд плесов в составе: Уртазымского, Чапаевского, Орловского, Софинского, Таналык-Суундукского, Соленого (Осетинского), Приплотинного – с заливами речными и глухими (рисунок 3). Плеса, являясь озеровидными расширениями в долине р. Урал, своим зеркалом прикрывают долины нижнего течения его притоков. Речные заливы, глубоко вдаваясь в сушу, ограничены бортами незатопленной долины притоков и подперты водной массой водохранилища (Балабанова, 1971).

Водосбор водохранилища охватывает бассейн верхнего течения р. Урал, расположен в полосе Восточно-Уральской холмисто-наклонной равнины. Площадь водосбора в створе гидроузла 36.950 км², средний годовой сток 2210 млн. м³, за половодье - 1710 млн. м³ (Исаев, Карпова, 1980). Площадь зеркала водохранилища при НПУ 245 м равна 26 тыс. га. Полная вместимость 3260 млн. м³, полезная - 2200 млн. м³.



Условные обозначения: плесы: 1 – Уртазымский, 2 – Чапаевский, 3 – Орловский, 4 – Софинский, 5 – Таналык-Суундукский, 6 – Солёный (Осетинский), 7 – Приплотинный;
 заливы: а – Уртазымский, б – Орловский, в – Таналыкский, г – Ириклинский, д – бурлинский, е – Ташлинский, ж – Суундукский, з – Солёный, и – Караганский, к – Джусинский, л – Базорбайский, м – Кельтинский, н – Белый Колодец, о – Березовый, п – Чилижный дол, р – Безымянный; - границы плесов

Рисунок 3 - Карта-схема Ириклинского водохранилища

Для водохранилища характерен слабый водообмен, который происходит в пересчете на полезный объем в среднем один раз, а в пересчете на полный объем – менее одного раза (0,7) в год, что характерно для водоемов (озер) слабой проточности (Килякова, 2007).

Протяженность водохранилища по р. Урал - 73 км, максимальная ширина - 8 км, максимальная глубина - 34 м, средняя - 12 м. Площади водохранилища по изобатам равны: 0-5 м – 26 %, 5-10 м – 18 %, 10-20 м – 32 %, более 20 м – 24 % (рисунок 4). Наиболее глубоки нижние плесы, в частности, наибольший по площади Таналык-Суундукский плес.



Рисунок 4 – Ириклинское водохранилище

В долинах притоков р. Урал за счет повышения уровня воды образовались устьевые заливы. Наиболее крупными и глубокими заливами являются Суундукский около 30 км длиной, площадью 6,5 тыс. га и Таналыкский 15 км длиной и площадью 2,5 тыс. га (рисунок 5).



Рисунок 5 – Залив Ириклинского водохранилища

Меридиональный участок долины Урала, где создано водохранилище, относится к Магнитогорскому прогибу. Река Суундук, впадающая с востока, и ее притоки проложили свои русла в пределах Восточно-Уральского поднятия. В геологических разрезах, обнажающихся на берегах водохранилища, преобладают девонские вулканогенные накопления. В нижнем течении реки Суундук вплоть до

Кусемских скал, в долине Базарбая, ниже плотины, обычны вулканические туфы с потоками лав базальтов и андезитобазальтов. В ландшафтном облике берегов они выражены в виде высоких скалистых обрывов, чередующихся с эрозионными понижениями, где формируются неширокие щебнистые пляжи.

По берегам реки Караганки, у поселка Энергетика, а также по линии от Хрущевского затона до реки Таналык девонские вулканогенные отложения сменяются яшмовым горизонтом, песчаниками, алевроитами, кремнистыми аргиллитами, иногда конгломератами улутауской свиты (Буданов, 1964).

Примерно одинаково с девонскими отложениями на берегах водохранилища распространены каменноугольные накопления. Вулканические лавы и туфы обнажены в обрывах по Уралу у села Березовка, севернее верхнего плеса водохранилища, и около устья Верхней Орловки, где они образуют контакт с мощными толщами известняков каменноугольного возраста (рисунок 6). Эти известняки относятся к визейскому и намюрскому ярусам и объединяются в кизильскую свиту. Они подвержены карстовым процессам и хорошо обнажены на значительном протяжении: вскрыты Сахарным карьером в верховьях Соленой балки, тянутся по правому и левому боту долины Урала от Мирного и Горного Ерика до устья Уртазымки, сменяясь плитчатыми окремненными известняками, кремнистыми сланцами и песчаниками уртазымской свиты среднего каменноугольного времени в устье реки Уртазымки и ее левобережья, в устье реки Ташлы и на участке от села Покровка до Орловского узяка.

Выходы мезозойских пород – нижнетриасовых красноцветных валунных конгломератов и галечников встречаются только выше устья Таналыка. Палеоценовые опоки и известняки фрагментами обнажаются на правом берегу в устье Караганки и на правом берегу Суундукского залива против устья Караганки, а также по мелким притокам Таналыка. В низовьях Ташлы и Бурли имеются выходы неогеновых красноцветных и сероцветных глин с лимонитовым бобовником и линзами гипса. С неогеновыми красноцветами связаны кремнисто-кварцевые галечники, залегающие на цокольной террасе на высоте около 50 метров над урезом Урала до его зарегулирования.



Рисунок 6 – Известняковые скалы

Аллювиальные четвертичные отложения трех подпойменных террас в нижней и средней частях водоема затоплены и не играют ландшафтообразующей роли. По берегам верхних плесов Суундукского, Ташлинского заливов и основного плеса водохранилища выше села Покровка бывшие высокие пойменные террасы образуют низкие берега водоема. На побережье Суундукского залива, западнее устья реки Кильты, высокие и крутые берега сложены гранитами, граносиенитами и габбро-диоритами Базарбайского массива (рисунок 7).

Горные породы, омываясь водами Ириклы, подвергаются абразии – обработке и разрушению прибойными волнами. В связи с этим формируются совершенно новые формы и скульптуры, а также прибрежные щебнистые и песчаные пляжи (Чибилев, 2002).



Рисунок 7 – Гранитные массивы

Горные породы вулканогенного и метаморфического происхождения характеризуются сосредоточенными выходами подземных вод.

Водохранилище вытянуто по р. Урал, а его заливы – по впадающим рекам Суундук и Таналык. Для водохранилища характерны высокие каменистые берега, отлогие составляют 41 % береговой линии. Берега обрывистые, имеют очень изрезанную форму, что обусловлено овражным характером бортов долин. Протяженность береговой линии около 415 км (рисунок 8).



Рисунок 8 – Береговая зона Ириклинского водохранилища

Рельеф дна водохранилища типичен для горного водоема: по дну проходят каменистые гряды, холмы, вершины которых образуют гольцы, мели и острова, размер и конфигурация которых сильно меняются при колебаниях уровня. Наиболее крупный остров образовался в центре водохранилища. Это бывший остров-останец на слиянии Урала, Таналыка и Суундука, получивший название остров Любви (рисунок 9). Другие наиболее крупные острова – Висячий камень в Таналыкском заливе, Усть-Бурлинский, Кошар в одноименном заливе (Козьмин, Матюхин, 1971). Ложе прорезано оврагами, в районах затопленного карста и озер - глубокие впадины (Балабанова, 1971). Вместе с тем, имеются и песчаные участки (Исаев, Карпова, 1980).



Рисунок 9 – Остров Любви

Из особенностей Ириклинского водохранилища, существенно отличающих его от водохранилищ Волги, следует отметить отсутствие в нем судоходства (Козьмин, Матюхин, 1971).

На формирование режима уровня водохранилища существенное влияние оказывают работа Ириклинского гидроузла и водность уральского бассейна. Многолетняя динамика уровня на графике (рисунок 10) характеризуется статистически значимой ($p=0,02$) отрицательной тенденцией. Отрицательный тренд уровня составляет более 9 см в год. Таким образом, в течение последних двух десятилетий уровень водоема неуклонно снижается.

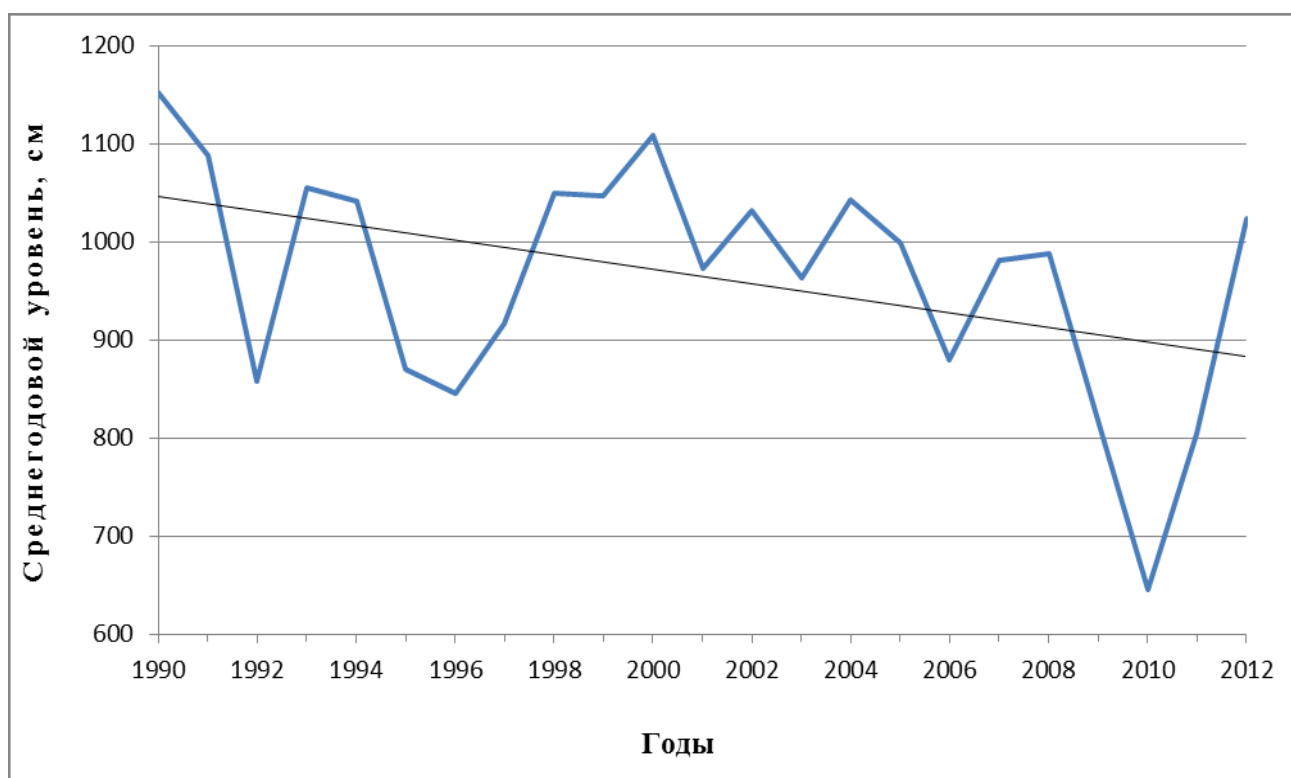


Рисунок 10 – Динамика среднегодового уровня воды Ириклинского водохранилища за последние два десятилетия (пост п.г.т. Ириклинский, отметка нуля поста 233,00 м БС) (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Типичные почвы этого района – бедные черноземы с пятнами солончаков и солонцов, с каменистыми обнажениями и россыпями, по механическому составу – большей частью щебенчатые. Растительность – характерная для типчаково-ковыльных степей. Значительная часть прилегающей к водохранилищу степной территории используется для выращивания сельскохозяйственных культур.

Климат района резко континентальный, характерный для степной зоны. Среднегодовое количество осадков составляет около 300 мм с большой амплитудой годовых, месячных и суточных температур воздуха. Минимальная температура воздуха в январе-феврале минус 44 °С, максимальная - в июле-августе - + 34-38 °С. Скорость ветра в каждом месяце не менее 4 м/с. Летом характерны суховеи и пыльные бури (Оценка биологической продуктивности..., 1993).

Ледостав на водохранилище опаздывает на 15-25 дней по сравнению с р. Урал. Лед образуется вначале в глубоко врезанных заливах. При волнобое на побережье образуется ледяная корка, а вдоль берегов – ледяные валы. Полностью водохранилище покрывается льдом обычно в третьей декаде ноября – первой декаде декабря. Толщина льда к марту увеличивается до 80-100 см. Распаление льда наблюдается в апреле (Балабанова, 1971).

Изменение уровня воды в течение года главным образом определяется характером наполнения и сработки водохранилища. Ежегодно в течение весеннего половодья (апрель-май) водохранилище наполняется и затем сбрасывается к марту месяцу до минимальных отметок (рисунок 11).

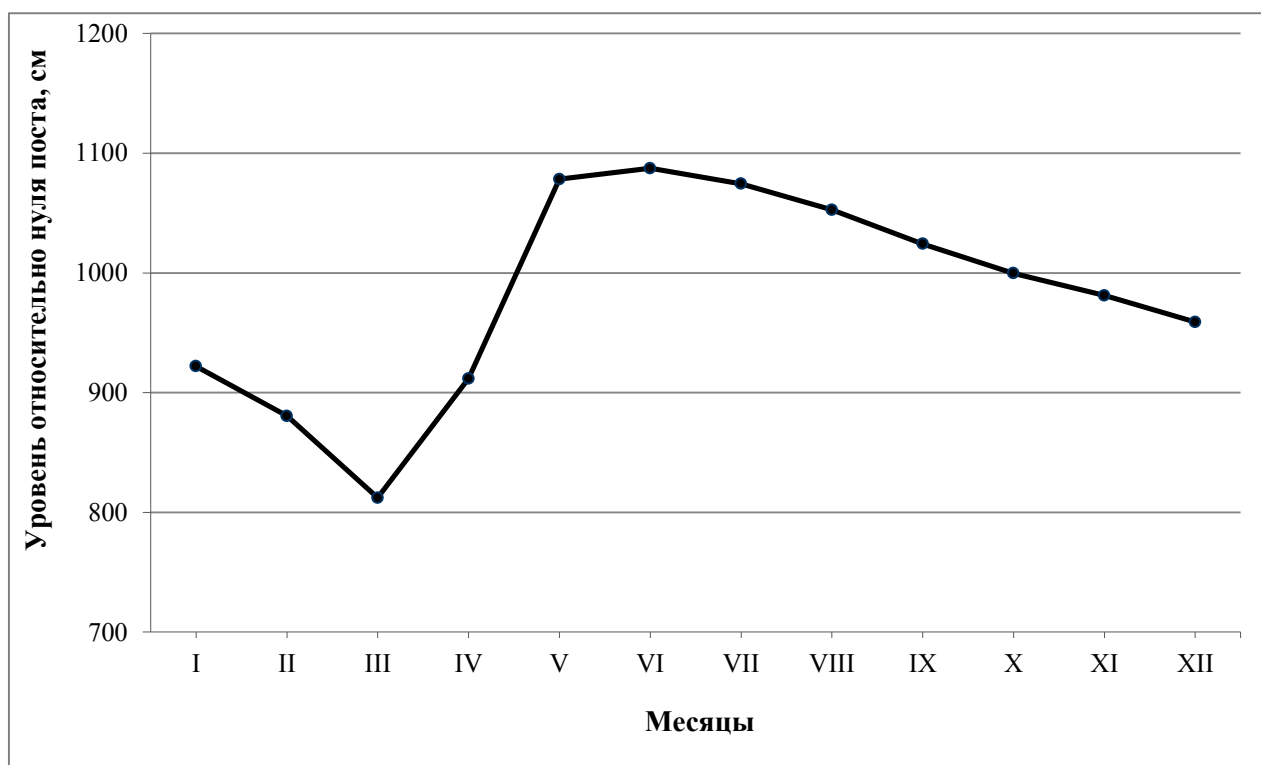


Рисунок 11 - Средние месячные уровни воды в Ириклинском водохранилище за 1961 – 2012 гг., пост пгт. Ириклинский (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

В период весеннего наполнения на водохранилище отмечается повышение уровня воды на 3-5,5 м. Летом положение уровня на какое-то время относительно

стабилизируется вблизи НПУ. Затем в осенне-зимний период уровень водохранилища постепенно понижается на 3-4 м до отметки предполоводной сработки. Годовая амплитуда колебаний уровня воды за многолетний период в среднем составляет 4,6 м. Наибольшая годовая амплитуда колебания уровня воды отмечалась в 1970 г. и составила 8,9 м, наименьшая наблюдалась в 1973 г. в пределах 1,5-1,7 м (Разработка проекта нормативов..., 2010).

Обеспеченность уровней водохранилища представлена в таблице 1. Уровень 50 % обеспеченности составляет 1017 см. Наивысшие уровни диапазона 1200-1250 см имеют обеспеченность около 3,5 % (Разработка проекта нормативов..., 2010).

Таблица 1 – Обеспеченность уровней в Ириклинском водохранилище (п.г.т. Ириклинский)

%	1	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95
Уровень, см	1243	1206	1182	1141	1094	1055	1017	980	935	868	777	670

Гидрохимический режим Ириклинского водохранилища формируется питающими водами (притоки, подземные источники, атмосферные и талые воды), особенностями бассейна (рельеф, геология, почвы, растительность, климат), внутриводоемными факторами и антропогенным воздействием: поступлением промышленных и сельскохозяйственных стоков.

Заиление водохранилища началось с первого года наполнения. Река Урал вносит в водохранилище приблизительно 400 тыс. т/год взвесей. К ним присоединяются внутриводоемные осадки, образующиеся за счет отмирания планктона, водной растительности, эрозии подводных скал, размыва берегов при постоянных ветрах большой силы. Формирование грунтов водоема происходило постепенно, в зависимости от возраста отдельных районов водохранилища.

На водохранилище построена и действует Ириклинская ГРЭС, использующая водохранилище как водоем-охладитель. Сброс подогретых вод, поступающих с ГРЭС в Таналык-Суундукский плес, является неблагоприятным экологическим фактором. На экологическое состояние Ириклинского водохранилища влияют также

колебания его уровня и слабый водообмен, который происходит в среднем один раз в год, как в озере слабой проточности (Килякова, 2007) (рисунок 12).



Рисунок 12 – Ириклинская ГРЭС

Заполнение водохранилища коренным образом изменило геоэкологическую ситуацию в районе, в том числе и гидрохимию водной среды. Река Урал, ее западные притоки – Уртазым, Таналык, Ирикля, а из восточных – Суундук имели гидрокарбонатные воды кальциевой и натриево-кальциевой группы средней и повышенной минерализации, восточные притоки Бурля и Ташла – воду хлоридно-натриевого состава с повышенной минерализацией. В целом все эти водотоки – с пресной умеренно жесткой водой с большим количеством растворенного кислорода. Только река Соленая имела солоноватые хлоридно-сульфатные большой

минерализации воды. Гидрохимия водохранилища с момента его заполнения прошла сложную эволюцию, пока не достигла определенной стабилизации (Чибилев, 2002; Лебедев, 2013).

В соответствии с ГОСТ 17.1.2.04-77 вода Ириклинского водохранилища пресная, среднеминерализованная ($<500 \text{ мг/дм}^3$), умеренно жесткая, нормальная по значению водородного показателя. Она относится к гидрокарбонатно-кальциевому классу. Прозрачность воды весной и летом колеблется от 0,8 до 2 м (Материалы, обосновывающие ОДУ..., 2013).

Зарегистрированное содержание кислорода изменялось от 6,1 до 14,7 мг/дм^3 , повсеместно отмечено пересыщение кислородом. Дефицита кислорода не отмечалось. По наблюдениям, проведенным ранее (Оценка состояния запасов ..., 2008), газовый режим водохранилища оставался благоприятным для обитания гидробионтов в течение всего года. В период летней стагнации в придонном слое концентрация кислорода была существенно ниже, чем в поверхностном.

Формирование режима главных ионов Ириклинского водохранилища зависит от состава питающих его вод. Изменение степени влияния и взаимоотношений этих факторов во времени обуславливает изменение минерализации воды и связанных с ней режима главных ионов. Максимальные величины хлоридов, сульфатов, общей жесткости весной и летом регистрировались в Чапаевском плесе, который находится под влиянием поступающих в него загрязненных вод вышележащих участков р. Урал. Ниже, по продольной оси водохранилища, величины этих показателей колебались на одном уровне (таблицы 2, 3).

Величина цветности колебалась от 9,2 до 43 градусов. Максимальные значения цветности отмечены в весенний период в результате окрашивания паводковых вод гумусовыми веществами с водосбора. Весной наиболее окрашены воды Чапаевского и Софинского плесов, затем цветность воды уменьшается до минимальных значений в Приплотинном плесе. Летом распределение окрашенных вод по продольной оси водохранилища изменяется незначительно (рисунок 13).

Таблица 2 - Характеристика гидрохимических показателей участков Ириклинского водохранилища в мае 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Показатель	Участок водохранилища					
	Чапаевский плес	Софинский плес	Таналык-Суундукский плес	Таналык-ский залив	Суундук-ский залив	Приплогтинный плес
	<u>min-max</u> x ± m _x	<u>min-max</u> x ± m _x	<u>min-max</u> x ± m _x	<u>min-max</u> x ± m _x	<u>min-max</u> x ± m _x	<u>min-max</u> x ± m _x
Температура, град	<u>14,4 – 14,5</u> 14,4 ± 0,1	<u>9,8 – 12,8</u> 11,5 ± 1,1	<u>9,8 – 11,4</u> 10,5 ± 0,6	<u>9,2 – 10,2</u> 9,6 ± 0,3	<u>11,9 – 12,4</u> 12,1 ± 0,1	<u>11,2 – 11,4</u> 11,3 ± 0,1
pH	<u>8,3 – 8,5</u> 8,4 ± 0,0	<u>8,3 – 8,4</u> 8,3 ± 0,0	<u>8,4 – 8,5</u> 8,4 ± 0,0	<u>8,4 – 8,5</u> 8,4 ± 0,0	<u>8,2 – 8,4</u> 8,3 ± 0,0	<u>8,3 – 8,5</u> 8,4 ± 0,1
Растворенный O ₂ , мг/дм ³	<u>9,1 – 10,1</u> 9,7 ± 0,3	<u>10,7 – 13,4</u> 12,1 ± 1,9	<u>11,8 – 15,0</u> 13,4 ± 0,9	<u>13,6 – 14,7</u> 14,0 ± 0,3	<u>10,6 – 11,8</u> 11,2 ± 0,3	<u>12,6 – 14,1</u> 13,1 ± 0,4
Растворенный O ₂ , %нас.	<u>90 – 99</u> 95 ± 2	<u>90 – 119</u> 111 ± 2	<u>105 – 138</u> 120 ± 9	<u>120 – 129</u> 123 ± 2	<u>99 – 105</u> 103 ± 2	<u>116 – 129</u> 121 ± 3
Жесткость общая, ммоль/дм ³	4,0 ± 0,0	<u>3,3 – 3,7</u> 3,5 ± 0,1	<u>3,5 – 3,7</u> 3,6 ± 0,1	<u>3,6 – 3,8</u> 3,7 ± 0,1	<u>3,5 – 3,6</u> 3,6 ± 0,0	<u>3,7 – 3,8</u> 3,8 ± 0,1
Кальций, ммоль/дм ³	2,3 ± 0,0	<u>2,2 – 2,3</u> 2,2 ± 0,0	<u>1,6 – 2,2</u> 1,9 ± 0,2	<u>2,2 – 2,4</u> 2,3 ± 0,1	1,0 ± 0,0	<u>1,7 – 1,8</u> 1,7 ± 0,0
Гидрокарбонаты, ммоль/дм ³	2,8 ± 0,0	<u>2,5 – 2,6</u> 2,5 ± 0,0	2,6 ± 0,0	2,6 ± 0,0	2,7 ± 0,0	2,6 ± 0,2
Хлориды ,мг/дм ³	<u>47,6 – 49,9</u> 49,1 ± 0,6	<u>42,0 – 44,2</u> 42,8 ± 0,6	<u>45,4 – 48,8</u> 47,7 ± 0,9	<u>47,6 – 48,8</u> 48,2 ± 0,3	<u>48,8 – 49,4</u> 49,1 ± 0,2	51,1 ± 0,2
Сульфаты, мг/дм ³	<u>62 – 73</u> 67 ± 3	<u>67 – 88</u> 78 ± 6	<u>38 – 90</u> 71 ± 14	<u>54 – 67</u> 61 ± 4	<u>33 – 54</u> 44 ± 5	<u>63 – 106</u> 80 ± 10
Перманганатная окисляемость, (ПО) мгО/дм ³	<u>7,4 – 8,1</u> 7,8 ± 0,2	<u>7,1 – 8,1</u> 7,5 ± 0,2	<u>4,9 – 5,5</u> 5,2 ± 0,2	<u>5,2 – 6,2</u> 5,6 ± 0,2	<u>4,6 – 6,5</u> 5,2 ± 0,5	<u>4,2 – 4,9</u> 4,5 ± 0,2
Бихроматная окисляемость, (БО) мгО/дм ³	<u>33 – 44</u> 38 ± 3	<u>31 – 37</u> 34 ± 1	<u>27 – 33</u> 29 ± 2	<u>27 – 35</u> 30 ± 2	<u>28 – 31</u> 30 ± 1	<u>29 – 32</u> 31 ± 1
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	<u>2,1 – 4,2</u> 3,1 ± 0,6	<u>1,8 – 1,9</u> 1,8 ± 0,1	<u>2,4 – 3,0</u> 2,7 ± 0,2	<u>1,6 – 1,9</u> 1,7 ± 0,3	<u>1,1 – 1,4</u> 1,3 ± 0,2	<u>2,6 – 3,2</u> 2,9 ± 0,5
Азот аммония, мг/дм ³	<u>0,23 – 0,26</u> 0,24 ± 0,01	<u>0,16 – 0,17</u> 0,16 ± 0,00	<u>0,16 – 0,23</u> 0,18 ± 0,02	<u>0,16 – 0,22</u> 0,19 ± 0,02	<u>0,15 – 0,19</u> 0,17 ± 0,01	<u>0,12 – 0,19</u> 0,16 ± 0,02
Азот нитритов, мг/дм ³	0,013 ± 0,001	<u>0,016 – 0,038</u> 0,024 ± 0,006	<u>0,003 – 0,011</u> 0,006 ± 0,001	<u>0,007 – 0,018</u> 0,012 ± 0,003	0,003 ± 0,00	<u>0,003 – 0,008</u> 0,005 ± 0,001
Азот нитратов, мг/дм ³	<u>0,06 – 0,16</u> 0,10 ± 0,01	<u>0,09 – 0,49</u> 0,22 ± 0,05	<u>0,05 – 0,22</u> 0,11 ± 0,05	<u>0,06 – 0,21</u> 0,12 ± 0,04	<u>0,06 – 0,21</u> 0,12 ± 0,04	<u>0,02 – 0,05</u> 0,03 ± 0,01
Фосфор фосфатов, мг/дм ³	<u>0,030 – 0,057</u> 0,048 ± 0,007	<u>0,067 – 0,112</u> 0,083 ± 0,011	<u>0,022 – 0,039</u> 0,031 ± 0,004	<u>0,024 – 0,034</u> 0,030 ± 0,003	<u>0,024 – 0,034</u> 0,03 ± 0,003	<u>0,018 – 0,051</u> 0,028 ± 0,009
Кремний, мг/дм ³	<u>2,8 – 3,1</u> 3,0 ± 0,1	<u>3,4 – 4,4</u> 4,0 ± 0,3	<u>2,9 – 3,4</u> 3,2 ± 0,1	<u>3,3 – 3,9</u> 3,6 ± 0,2	<u>3,3 – 3,9</u> 3,6 ± 0,2	<u>2,6 – 5,2</u> 3,5 ± 0,1
Железо, мг/дм ³	<u>0,29 – 0,37</u> 0,34 ± 0,02	<u>0,27 – 0,52</u> 0,36 ± 0,06	<u>0,16 – 0,27</u> 0,23 ± 0,03	<u>0,17 – 0,22</u> 0,20 ± 0,01	<u>0,17 – 0,22</u> 0,20 ± 0,01	<u>0,11 – 0,16</u> 0,14 ± 0,01

Таблица 3 - Характеристика гидрохимических показателей участков Ириклинского водохранилища в июле 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Показатель	Участок водохранилища					
	Чапаевский плес	Софинский плес	Таналык-Суундукский плес	Таналыкский залив	Суундукский залив	Приплотинный плес
	$\frac{\text{min-max}}{x \pm m_x}$	$\frac{\text{min-max}}{x \pm m_x}$	$\frac{\text{min-max}}{x \pm m_x}$	$\frac{\text{min-max}}{x \pm m_x}$	$\frac{\text{min-max}}{x \pm m_x}$	$\frac{\text{min-max}}{x \pm m_x}$
Температура, град	$\frac{21,5 - 24,0}{23,0 \pm 0,6}$	$\frac{21,2 - 25,5}{23,4 \pm 1,0}$	$\frac{22,5 - 24,5}{23,4 \pm 0,6}$	$\frac{21,5 - 26,0}{24,5 \pm 1,2}$	$\frac{21,0 - 24,5}{22,8 \pm 1,2}$	$\frac{14,8 - 23,4}{24,0 \pm 1,9}$
pH	$8,45 \pm 0,0$	$\frac{8,4 - 8,5}{8,4 \pm 0,0}$	$\frac{8,25 - 8,35}{8,3 \pm 0,0}$	$\frac{8,4 - 8,5}{8,4 \pm 0,0}$	$\frac{8,4 - 8,5}{8,4 \pm 0,0}$	$\frac{8,3 - 8,3}{8,4 \pm 0,0}$
Растворенный O_2 , мг/дм ³	$\frac{6,9 - 14,1}{11,5 \pm 1,9}$	$\frac{8,6 - 16,8}{13,8 \pm 2,1}$	$\frac{8,8 - 14,1}{12,1 \pm 1,4}$	$\frac{9,6 - 14,7}{12,8 \pm 1,3}$	$\frac{8,0 - 15,0}{12,7 \pm 1,8}$	$\frac{7,2 - 14,7}{12,3 \pm 0,2}$
Жесткость общая, ммоль/дм ³	$\frac{4,25 - 4,4}{4,3 \pm 0,0}$	$\frac{3,4 - 3,7}{3,6 \pm 0,1}$	$\frac{3,5 - 3,7}{3,6 \pm 0,0}$	$\frac{3,3 - 3,5}{3,4 \pm 0,1}$	$\frac{3,5 - 3,7}{3,5 \pm 0,1}$	$\frac{3,4 - 4,1}{3,9 \pm 0,2}$
Кальций, ммоль/дм ³	$\frac{2,2 - 2,5}{2,4 \pm 0,1}$	$\frac{1,4 - 1,5}{1,4 \pm 0,0}$	$\frac{2,2 - 2,4}{2,3 \pm 0,1}$	$\frac{1,8 - 1,9}{1,8 \pm 0,0}$	$\frac{1,7 - 2,2}{2,0 \pm 0,2}$	$\frac{0,7 - 3,3}{1,4 \pm 0,7}$
Гидрокарбонаты, ммоль/дм ³	$\frac{3,2 - 3,4}{3,4 \pm 0,1}$	$\frac{2,8 - 2,9}{2,8 \pm 0,0}$	$2,7 \pm 0,0$	$\frac{2,4 - 2,7}{2,6 \pm 0,1}$	$\frac{2,7 - 2,8}{2,7 \pm 0,0}$	$\frac{2,8 - 3,5}{3,0 \pm 0,2}$
Хлориды, мг/дм ³	$\frac{56,7 - 61,3}{59,0 \pm 1,3}$	$\frac{49,8 - 50,5}{50,0 \pm 0,3}$	$\frac{50,5 - 51,3}{50,9 \pm 0,3}$	$\frac{51,3 - 52,8}{52,1 \pm 0,4}$	$\frac{52,1 - 52,9}{52,5 \pm 0,3}$	$\frac{52,1 - 58,1}{55,1 \pm 3,0}$
Сульфаты, мг/дм ³	$\frac{67 - 86}{76 \pm 5}$	$\frac{57,0 - 67,0}{62,7 \pm 3,6}$	$\frac{60 - 69}{64 \pm 2,4}$	$\frac{49,0 - 63,0}{56,0 \pm 3,3}$	$\frac{51,0 - 59,0}{54,3 \pm 2,0}$	$\frac{51 - 61}{57 \pm 3}$
Перманганатная окисляемость, (ПО) мгО/дм ³	$\frac{5,6 - 6,6}{5,9 \pm 0,3}$	$\frac{5,3 - 5,9}{5,7 \pm 0,2}$	$\frac{5,0 - 5,6}{5,4 \pm 0,2}$	$\frac{5,3 - 5,6}{5,5 \pm 0,1}$	$\frac{5,0 - 6,6}{5,8 \pm 0,4}$	$\frac{5,6 - 5,9}{5,7 \pm 0,1}$
Бихроматная окисляемость, (БО) мгО/дм ³	$\frac{34 - 37}{36 \pm 3}$	$\frac{26 - 43}{36 \pm 3}$	$\frac{28 - 54}{37 \pm 7}$	$\frac{26 - 27}{27 \pm 0}$	$\frac{27 - 34}{29 \pm 2}$	$\frac{26 - 27}{27 \pm 0}$
БПК ₅ , мгО ₂ /дм ³	$\frac{1,1 - 2,1}{1,6 \pm 0,7}$	$\frac{2,1 - 3,2}{2,6 \pm 0,8}$	$\frac{1,6 - 2,4}{2,0 \pm 0,6}$	$\frac{2,7 - 2,9}{2,8 \pm 0,1}$	$\frac{2,4 - 5,3}{3,9 \pm 2,1}$	$\frac{1,8 - 2,7}{2,2 \pm 0,7}$
Азот аммония, мг/дм ³	$\frac{0,26 - 0,33}{0,31 \pm 0,02}$	$\frac{0,15 - 0,24}{0,20 \pm 0,02}$	$\frac{0,14 - 0,23}{0,17 \pm 0,02}$	$\frac{0,23 - 0,30}{0,27 \pm 0,02}$	$\frac{0,18 - 0,26}{0,23 \pm 0,02}$	$0,21 \pm 0,01$
Азот нитритов, мг/дм ³	$\frac{0,003 - 0,048}{0,016 \pm 0,011}$	$\frac{0,001 - 0,003}{0,002 \pm 0,000}$	$\frac{0,001 - 0,011}{0,004 \pm 0,000}$	$\frac{0,000 - 0,007}{0,002 \pm 0,002}$	$\frac{0,001 - 0,004}{0,002 \pm 0,001}$	$\frac{0,001 - 0,003}{0,002 \pm 0,001}$
Азот нитратов, мг/дм ³	$\frac{0,06 - 0,12}{0,08 \pm 0,02}$	$\frac{0,04 - 0,06}{0,05 \pm 0,00}$	$\frac{0,05 - 0,13}{0,08 \pm 0,02}$	$\frac{0,03 - 0,08}{0,05 \pm 0,02}$	$\frac{0,04 - 0,07}{0,06 \pm 0,01}$	$\frac{0,04 - 0,30}{0,15 \pm 0,07}$
Фосфор фосфатов, мг/дм ³	$\frac{0,056 - 0,106}{0,088 \pm 0,013}$	$\frac{0,004 - 0,016}{0,012 \pm 0,003}$	$\frac{0,011 - 0,017}{0,014 \pm 0,001}$	$\frac{0,007 - 0,015}{0,012 \pm 0,002}$	$\frac{0,006 - 0,015}{0,010 \pm 0,002}$	$\frac{0,008 - 0,038}{0,018 \pm 0,008}$
Кремний, мг/дм ³	$\frac{3,5 - 4,3}{3,9 \pm 0,2}$	$\frac{1,9 - 3,0}{2,6 \pm 0,3}$	$\frac{1,6 - 2,6}{2,1 \pm 0,2}$	$\frac{1,9 - 3,0}{2,5 \pm 0,3}$	$\frac{1,6 - 3,0}{2,2 \pm 0,3}$	$\frac{2,0 - 3,2}{2,5 \pm 0,3}$
Железо, мг/дм ³	$\frac{0,20 - 0,24}{0,22 \pm 0,01}$	$\frac{0,16 - 0,20}{0,17 \pm 0,01}$	$\frac{0,15 - 0,23}{0,19 \pm 0,02}$	$\frac{0,14 - 0,16}{0,15 \pm 0,01}$	$\frac{0,15 - 0,17}{0,16 \pm 0,01}$	$\frac{0,12 - 0,16}{0,14 \pm 0,01}$

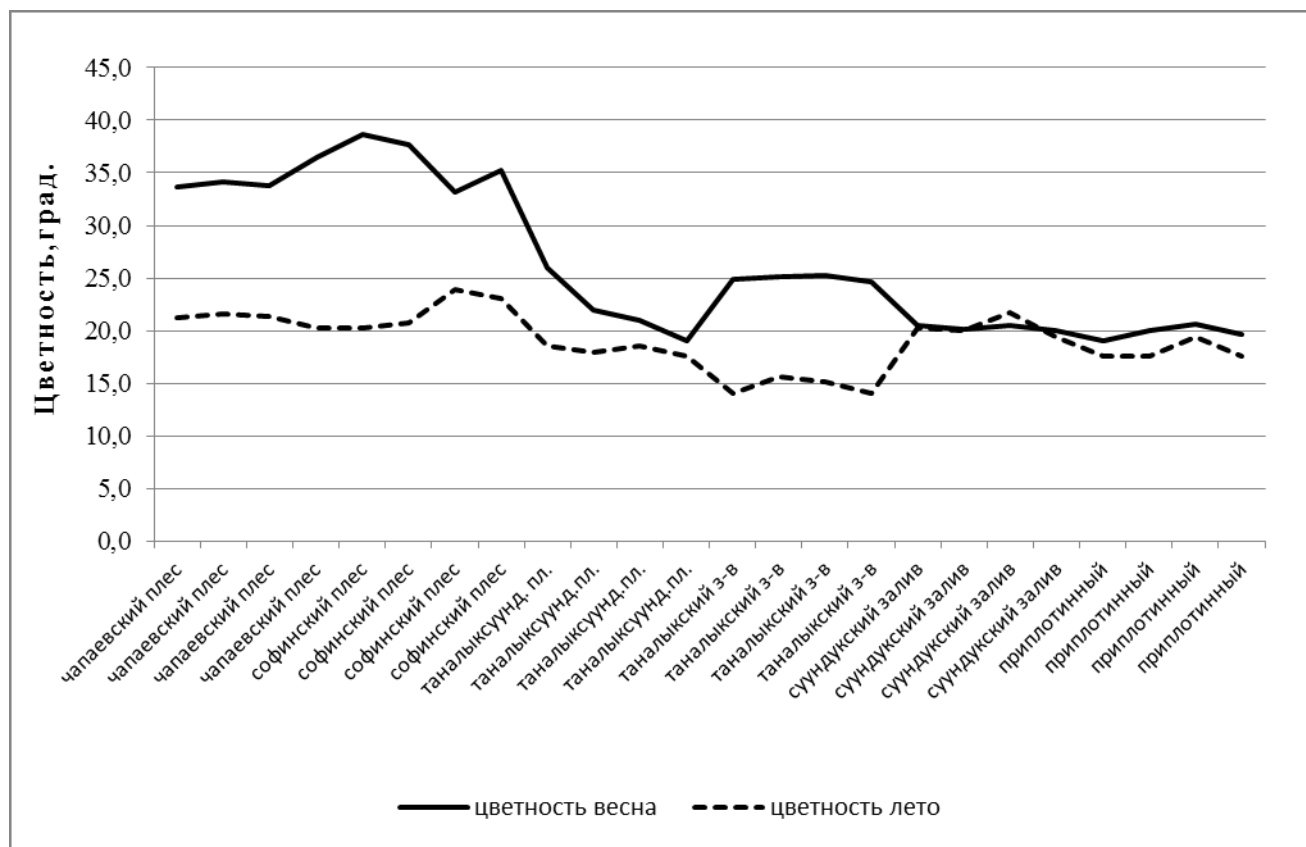


Рисунок 13 - Сезонные изменения цветности воды по продольной оси Ириклинского водохранилища (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

По величине перманганатной окисляемости воды Ириклинского водохранилища относят к водам с малой окисляемостью ($2-5 \text{ мгО/дм}^3$) (Соловых и др., 2003). По данным этих исследований колебания ПО в 1975 и 1980 г.г. составили $3,7-4,5 \text{ мгО/дм}^3$. В 2012 году значения окисляемости были выше и изменялись аналогично колебаниям цветности воды: максимальные величины весной до $8,1 \text{ мгО/дм}^3$ зарегистрированы в Чапаевском и Софинском плесах, минимальные – отмечены в Приплотинном плесе. Летом распределение перманганатной окисляемости по продольной оси водохранилища достаточно равномерное.

Колебания величины общего органического вещества по бихроматной окисляемости происходили весной аналогично изменениям перманганатной окисляемости, а летом значения показателя определялись в большей степени содержанием автохтонного органического вещества, чем распределением

окрашенных гумусовых веществ. Значения БПК₅, показателя, характеризующего содержание легкоокисляемой планктоногенной органики, колебались в пределах 1,1- 4,2 мг/дм³ весной, и в пределах 1,1- 5,3 мг/дм³ летом.

Содержание минерального азота изменялось весной от 0,2 до 0,5 мгN/дм³, летом – от 0,18 до 0,68 мгN/дм³, что ниже, чем в 2011 году, в котором максимальное содержание минерального азота достигало 1,38 мгN/дм³. Существенной сезонной динамики форм минерального азота, как в 2011 году, не зарегистрировано. Можно отметить повышение содержания аммония на некоторых станциях в летний период, происходящее вследствие процессов аммонификации новообразованного органического вещества. Преобладающей формой минерального азота и весной, и летом являлся аммонийный азот. Содержание нитратов достигало уровня аммония только в летний период в Приплотинном плесе (рисунок 14).

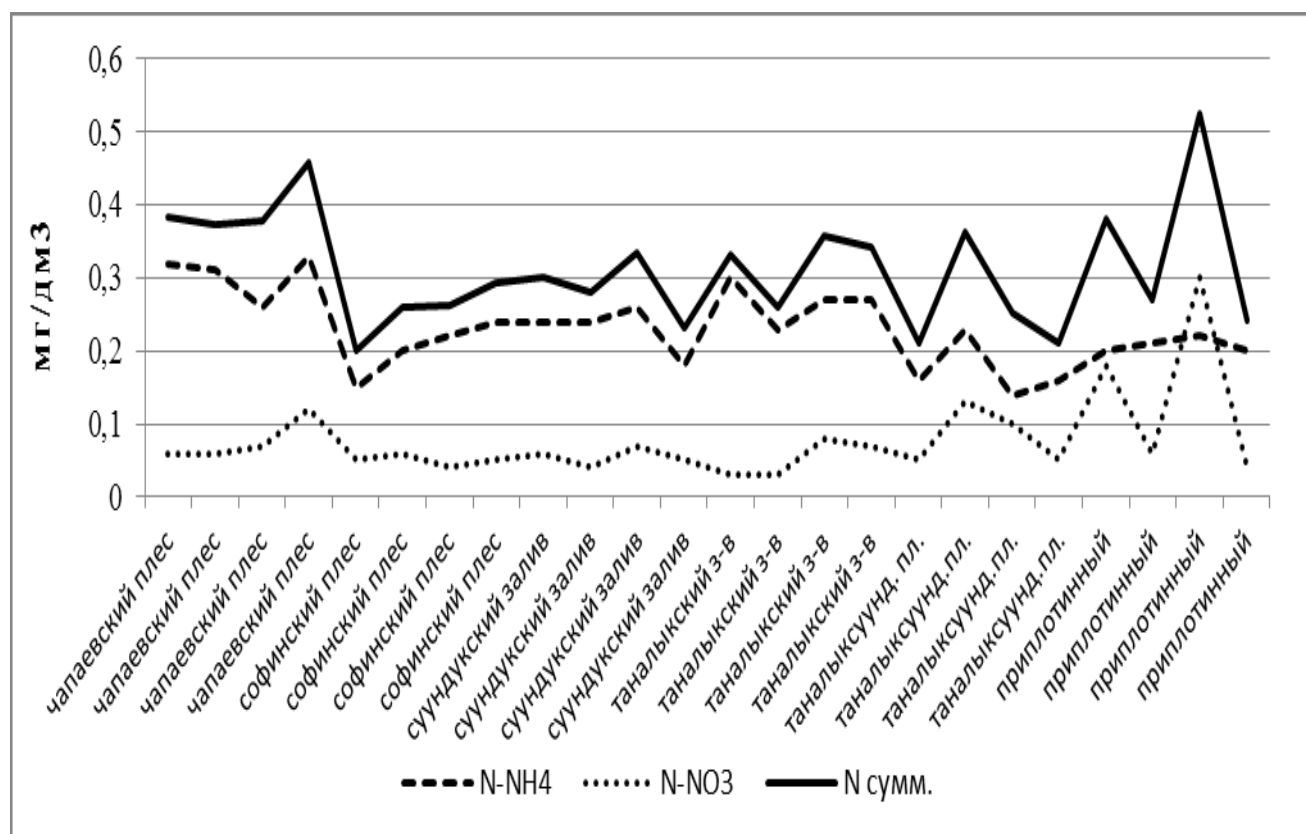


Рисунок 14 - Динамика форм минерального азота по продольной оси Ириклинского водохранилища (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Пределы колебания концентрации минерального фосфора в 2012 году практически не отличались от 2011 года. Минимальные концентрации элемента отмечены в Приплотинном плесе летом, а максимальные концентрации (0,112 и 0,106 мг/дм³) зарегистрированы в весенней русловой придонной и летней русловой поверхностной пробе в Софинском и Чапаевском плесах соответственно (рисунок 15).

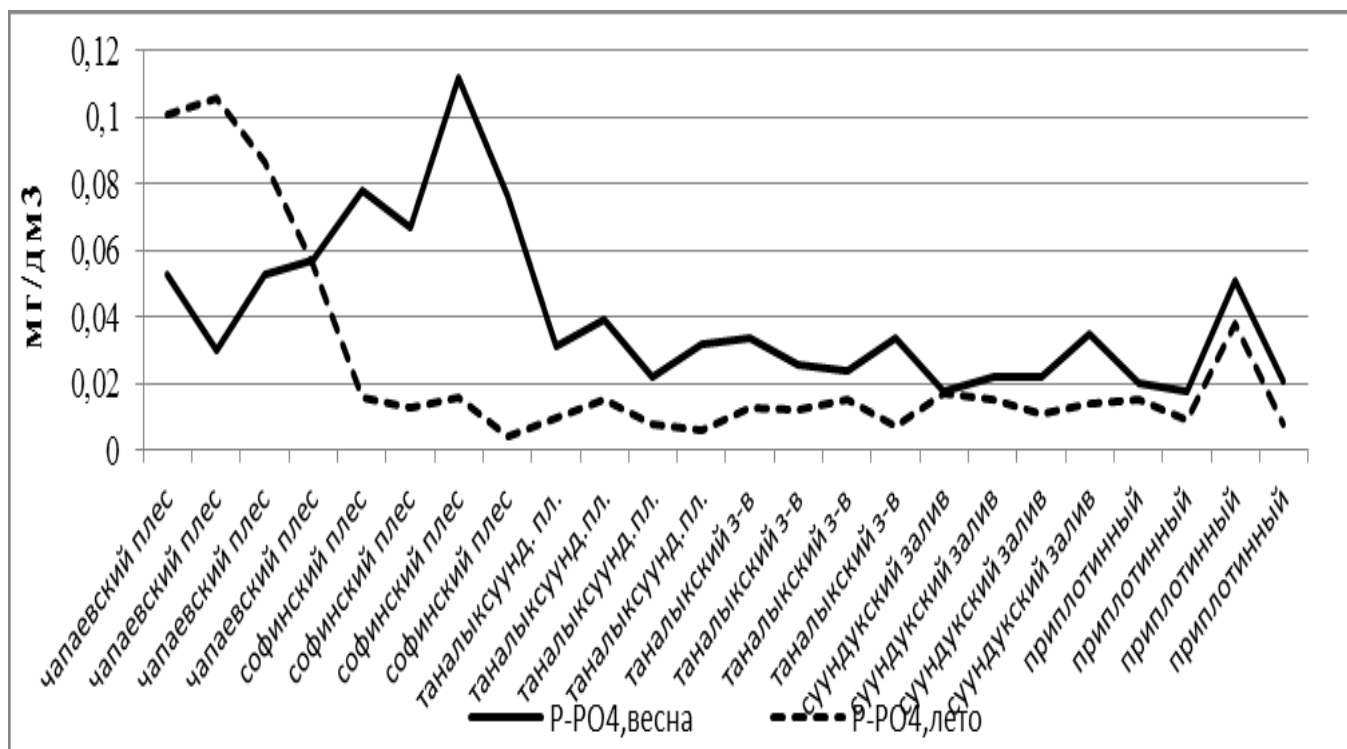


Рисунок 15 - Динамика минерального фосфора по продольной оси Ириклинского водохранилища (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Стратификация по фосфору наблюдалась на многих участках. На роль донных отложений в поступлении минерального фосфора в водоемы указано во многих исследованиях (Мартынова, 2010). Содержание кремния в водоемах зависит главным образом от уровня внутриводоемных процессов и от водообмена с интерстициальными водами, обогащенными кремнием, и в меньшей степени от антропогенного влияния (Иоргенсен, 1985). Весной распределение кремния в воде

водохранилища было равномерным, в летний период в Чапаевском плесе его содержание в 1,6-1,9 раз было выше, чем в других участках водохранилища.

Динамика общего растворенного железа повторяла закономерности, отмеченные для других ингредиентов: максимальное содержание наблюдалось весной в Чапаевском и Софинском плесах, летом его содержание снижалось. Минимальные концентрации наблюдались в Приплотинном плесе, причем и в весенний, и в летний периоды (рисунок 16). Превышение ПДК по железу наблюдалось повсеместно по водохранилищу.

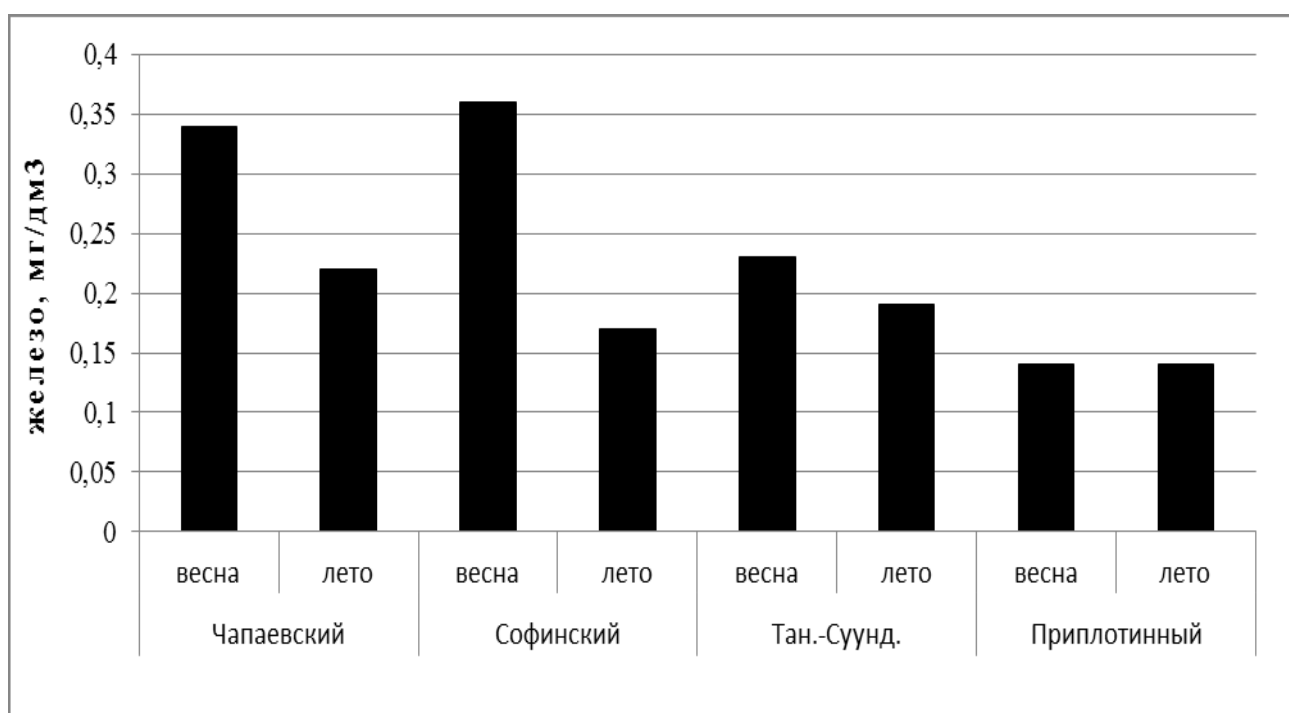
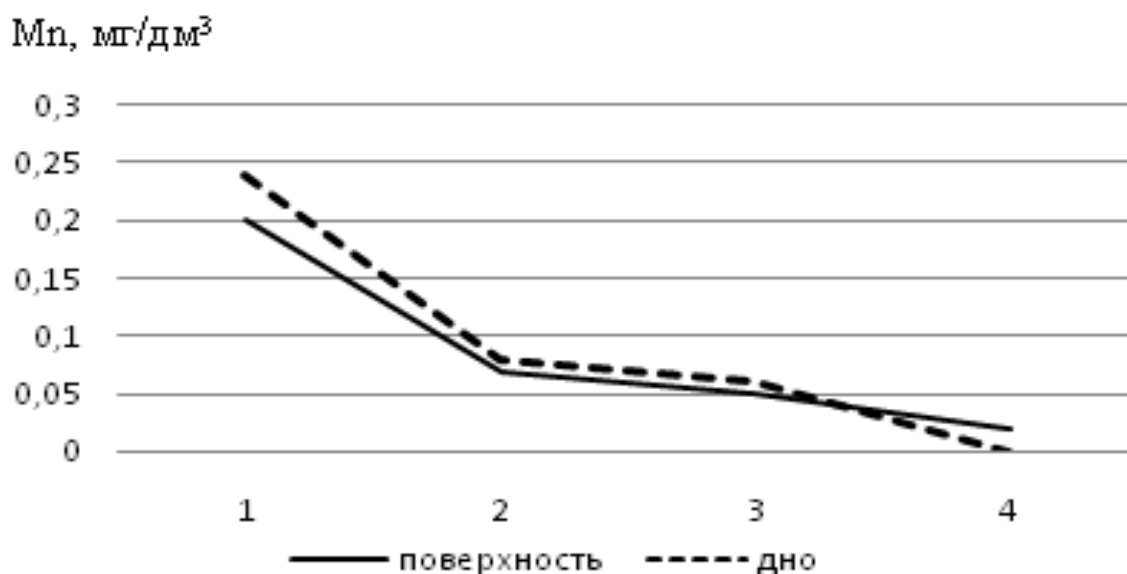


Рисунок 16 - Сезонные изменения содержания общего железа по участкам водохранилища (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Содержание тяжелых металлов в воде русловых участков Ириклинского водохранилища определяли в весеннюю межень в поверхностном и придонном горизонтах. Соединения кадмия не обнаружены ($<0,0005$ мг/дм³). Концентрации свинца не превышали рыбохозяйственный норматив ($0,006$ мг/дм³).

По всей акватории водохранилища отмечено превышение норм по меди ($0,001 \text{ мг/дм}^3$) в среднем в 3,7 раз. Экстремальные значения отмечены в придонных пробах в районе Софинского плеса и Таналыкского залива в количестве $0,022$ и $0,072 \text{ мг/дм}^3$ соответственно.

Распределение марганца по продольной оси водохранилища представлено на рисунке 17.



1-Чапаевский плес; 2- Софинский плес; 3- Таналык-Суундукский плес, 4- Приплотинный участок

Рисунок 17 - Содержание марганца в воде русловых участков Ириклинского водохранилища в 2012г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Максимальные концентрации марганца отмечены в верховье водохранилища и реке Урал в количестве $0,24$ - $0,21 \text{ мг/дм}^3$, что превышает норматив ($0,01 \text{ мг/дм}^3$) в 21-24 раза при средних ($0,082 \pm 0,020$) мг/дм^3 .

По сравнению с аналогичным периодом 2011 г. соединения свинца и меди в воде Ириклинского водохранилища остались на прежнем уровне, средние концентрации марганца снизились в 1,8 раза.

Наиболее информативным индикатором состояния водных экосистем являются донные отложения (ДО). Их состав и свойства отражают совокупность

физико-химических и биологических процессов, происходящих в водоемах, и являются более стабильным компонентом в отличие от такой динамичной среды, как водные массы. Вследствие свойственных им адсорбционных свойств, ДО способны концентрировать в своем составе разнообразные химические вещества, включая тяжелые металлы. Накопление веществ в донных отложениях водоемов является одной из причин временного выведения их из круговорота, а также самоочищения водной среды, хотя не изменяет баланса загрязняющих веществ экосистемы в целом.

Донные отложения русловых участков Ириклинского водохранилища представлены в основном серыми илами, содержание органического вещества в которых составляет 16-18 %. В русле р. Урал присутствовали илистые пески с содержанием ОВ 8 %.

Зависимость концентраций ТМ от содержания органического вещества (ОВ) в ДО маскирует истинное распределение элементов в водохранилище. В связи с этим мы рассчитали относительное содержание элементов на 1 г ОВ ДО. При этом выявились различия в распределении металлов по продольной оси водохранилища, связанные, видимо, с источниками поступления их в водоем. Максимальные значения цинка и марганца приходятся на р. Урал. Прослеживается тенденция уменьшения концентрации этих элементов от верхних участков к нижним, что свидетельствует об их преимущественном поступлении из загрязненного Магнитогорского водохранилища. Относительное количество меди увеличивается по продольной оси водохранилища, для свинца распределение достаточно равномерное.

Кадмий в ДО не обнаружен ($<0,1$ мг/кг). Концентрации свинца отмечены на уровне 11-27, меди – 27-235, цинка – 136-323, марганца – 660-1040 мг/кг.

Таким образом, содержание общего органического вещества и биогенных элементов позволяет охарактеризовать водоем в целом как мезотрофный, что согласуется с данными других авторов (Батурина, 1979).

Повсеместное превышение рыбохозяйственных ПДК отмечено для железа (1,2-3,7 раза), для меди и марганца в среднем в 3,7 и 8,2 раза, в единичных летних

пробах по БПК₅. Донные отложения загрязнены соединениями ТМ. Максимальные концентрации отмечены в песчанистых серых илах для цинка и марганца.

В целом, гидрохимический режим воды Ириклинского водохранилища благоприятен для развития гидробионтов (Материалы, обосновывающие ОДУ..., 2013; Мирошникова, Лебедев, 2014).

Ландшафтный облик прибрежной полосы создают не только разнообразные горные породы и формы рельефа, но и растительный покров. До создания водохранилища древесная растительность была представлена пойменными лесами из тополя, ветлы, вяза, приручевыми черноольшанниками и березово-осиновыми колками по оврагам. Все пойменные леса от села Уртазым до створа плотины и значительная часть байрачных лесов были затоплены. В начале 70-х г.г. начались работы по лесомелиорации берегов. Для этого создали Ириклинское лесничество Орского лесхоза и Приморское лесничество Кваркенского лесхоза. За 40 лет на берегах водохранилища посажены тополь черный, береза повислая, различные виды вяза, ясень зеленый, клен ясенелистный, кустарники – смородина золотистая, лох узколистный, кустарниковые виды ив. При этом соблюдалась определенная дифференциация пород: на черноземах высаживалась береза, на каменистых и слабозасоленных почвах – вяз мелколистный (карагач), по понижениям – тополь.

Лучшие насаждения удалось создать с участием тополя. Наиболее удачные участки тополевого леса – это насаждения на левобережье устьевой части Джусы и западнее ее устья на левобережье Суундукского залива, у села Н. Севастополь, на побережье реки Карагачки, по Чилижному долу, а также на восточном берегу водохранилища южнее села Покровка (рисунок 18).

Не все опыты искусственного облесения побережья водохранилища оказались успешными. Большая часть посадок из карагача или погибла, или находится в угнетенном состоянии. Во многих местах в условиях прибрежной зоны появляются самосевные насаждения из тополя, черемухи, вяза, которые в отличие от культурных насаждений более гармонично вписываются в местный ландшафт.

Естественная древесно-кустарниковая растительность на побережье водохранилища и в водоохранной зоне занимает незначительные площади.

Наибольшее распространение имеет казацкий можжевельник, повсеместно покрывающий своими куртинами все известняковые склоны и овраги близ водохранилища. Наиболее крупные березово-осиновые колки находятся в овраге Березовом на западном берегу приплотинного плеса и в долине речки Верхняя Орловка (Чибилев, 2002; Килякова, 2013).



Рисунок 18 – Тополевые насаждения по берегам Ириклинского водохранилища

Высшая водная растительность водохранилища представлена тростником обыкновенным, роголистником темно-зеленым, рдестами, повойничком трехтычинковым. В 2012 г., также как и в 2011 г зарегистрированы высокие отметки стояния воды в водохранилище в паводковый период. Однако, в 2012 г. в межень уровень воды практически не снижался, поэтому пологие берега водохранилища оставались затопленными (рисунок 19). Средняя прозрачность воды составляла 140 см.



Рисунок 19 - Таналык-Суундукский плес (по Материалам Саратовского отделения
ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

В летний период на участках выраженной литоральной зоны отмечено развитие высшей водной растительности (рисунок 20).



а



б

а - левый берег Софинского плеса, б - левый берег Суундукского залива

Рисунок 20 - Участки, занятые высшей водной растительностью (по Материалам
Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Так как уровень воды оставался достаточно высоким продолжительное время, залитыми оказались участки произрастания тростника, которые грядками глубоко вдавались в заливы (рисунок 21). Также по водой отмечены заросли кустарников, на которых интенсивно развивалась нитчатка.



Рисунок 21 - Гряды, образованные тростником обыкновенным (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

В водохранилище в 2012 г. было зарегистрировано 118 таксонов микроводорослей, из них зеленых – 41 %, диатомовых – 33 %, пиррофитовых – 13 %, синезеленых – 7 %, эвгленовых – 5 %, золотистых – 1 %.

Наиболее распространенными среди диатомовых водорослей были *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Stephanodiscus hantzschii*, виды родов *Diatoma*, *Melosira*, *Cyclotella*; из зеленых – виды родов *Scenedesmus*, *Oocystis*, *Ankistrodesmus*, *Pediastrum*, *Chlamydomonas*; из синезеленых наиболее часто встречались *Aphanizomenon flos-aquae*, виды родов *Microcystis*, *Phormidium*; из криптофитовых были представлены в основном – *Chroomonas acuta*, виды рода *Cryptomonas*, среди динофитовых преобладал в пробах *Ceratium hirundinella*.

Весной 2012 года максимальная численность и биомасса была зарегистрирована на Чапаевском плесе и составляла 3,226 млн. кл./л (48 % от общей численности составляли диатомовые, 26 % – зеленые, 25 % - пиррофитовые

водоросли) и 2,963 мг/л (50 % от общей биомассы приходилось на пиррофитовые и 43 % - на диатомовые водоросли) соответственно. Количественные показатели развития фитопланктона на других плесах различались незначительно. Средняя численность в мае по водохранилищу составляла 1,405 млн. кл./л, биомасса – 1,073 мг/л. В весенний период численно преобладали диатомовые водоросли, по биомассе – пиррофитовые в сопровождении диатомовых.

В июле максимальная численность была зарегистрирована в Софинском и Таналык-Суундукском плесах и составила 5,09 млн. кл./л и 5,015 млн. кл./л соответственно, наибольшая биомасса водорослей зафиксирована в Таналык-Суундукском плесе – 8,534 мг/л (из-за присутствия в пробах крупного представителя динофитовых *Ceratium hirundinella*). В летний период доминировали по численности синезеленые, по биомассе – пиррофитовые (рисунки 22, 23).

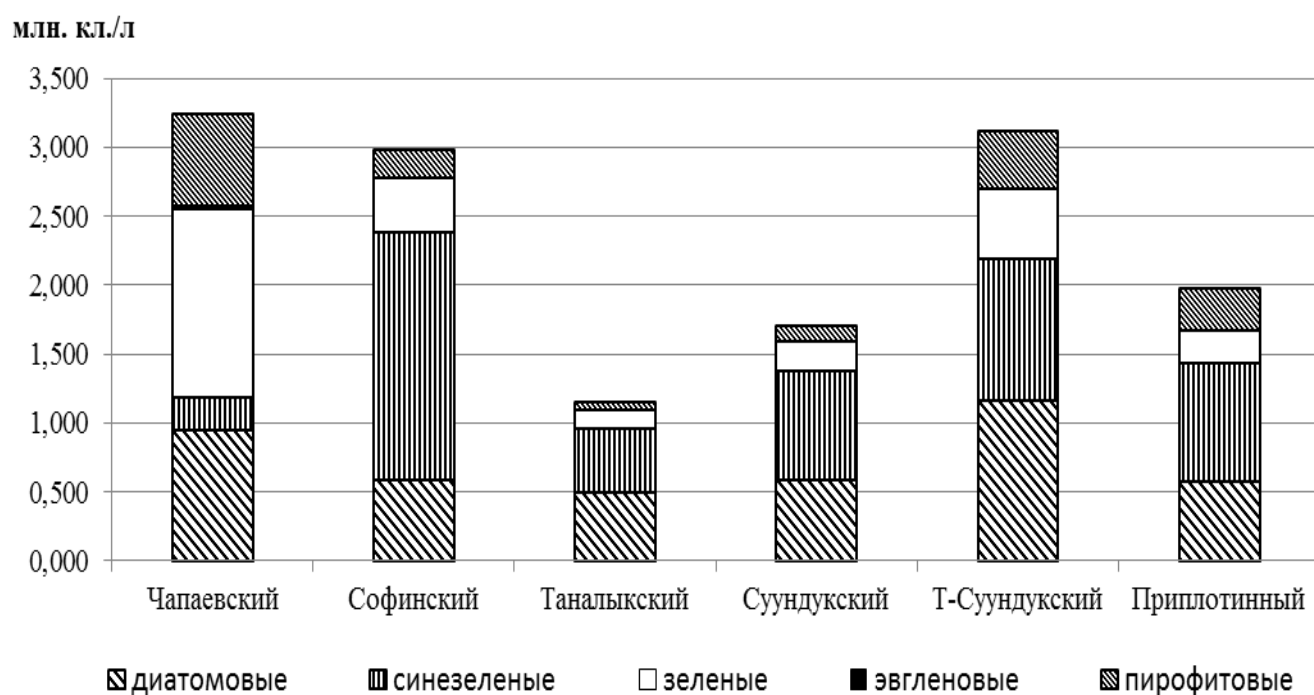


Рисунок 22 – Средняя численность фитопланктона (млн. кл./л) на исследуемых участках в 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

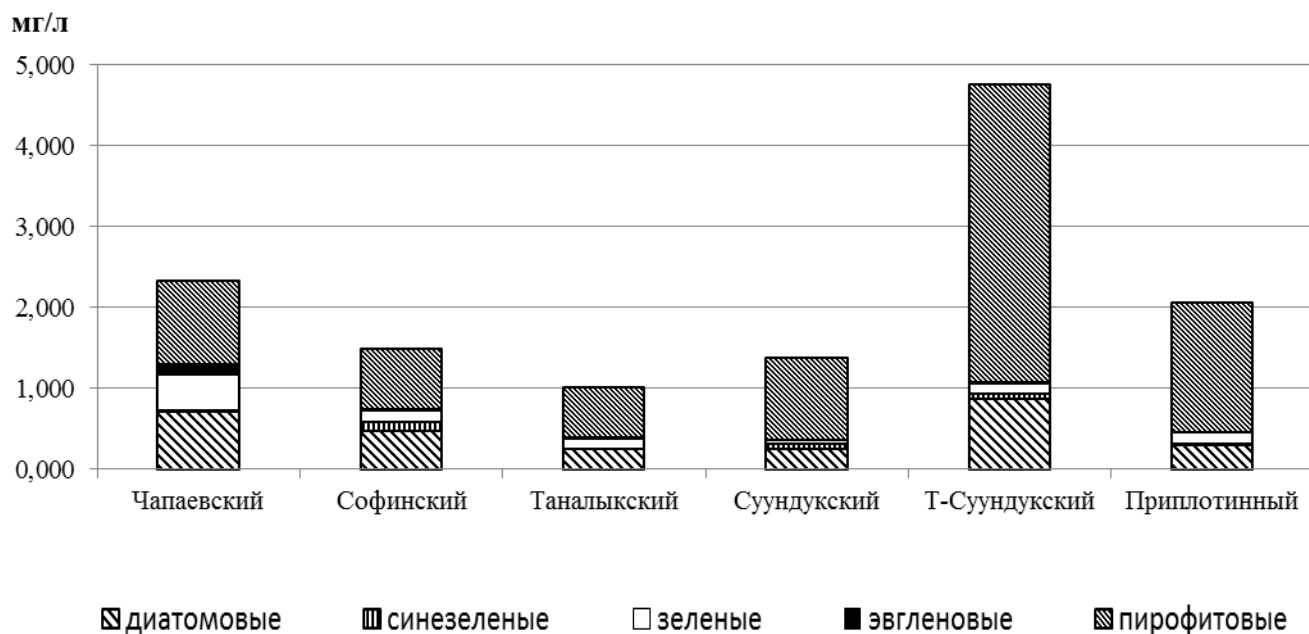


Рисунок 23 – Средняя биомасса фитопланктона (мг/л) на исследуемых участках в 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

В осенний период средняя численность микроводорослей составила 1,88 млн. кл./л, из них на долю синезеленых приходилось около 60 %; средняя биомасса – 0,62 мг/л, из них диатомовые составили 50 %, пиррофитовые – 30 %.

Средняя численность фитопланктона в 2012 г. составила 2,363 млн. кл./л, биомасса – 2,176 мг/л. В среднем за сезон по численности синезеленые составляли 36 %, диатомовые – 30 %, зеленые – 20 %; биомасса пиррофитовых водорослей – 67 %, диатомовых – 22 %. (Соловых и др., 2003; Джаяни, 2012).

По степени трофности Ириклинское водохранилище (Оксиюк, Жукинский, 1983) – мезотрофный водоем.

Средняя продукция фитопланктона составила в 2012 г. 2,03 гО₂/м² в сутки или 365 гО₂/м² за вегетационный период (6 месяцев). По величине первичной продукции фитопланктона (Винберг, 1960) Ириклинское водохранилище характеризуется как мезотрофное.

В 2012 г. в водохранилище зарегистрировано 43 вида голопланктона, из них на долю коловраток приходилось 36 %, на долю веслоногих и ветвистоусых

ракообразных в среднем по 32 %. Группа «прочие» представлена велигерами моллюсков, личинками хирономид, олигохетами, гидроидными полипами и др.

Наиболее высокие показатели частоты встречаемости и количественной представленности характерны для *Daphnia galeata* Sars, 1864, *Brachionus calyciflorus* Pallas, 1976, *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850 и *Thermocyclops oithonoides* Sars, 1863. Высокие численности и биомассы отмечены для копеподидных стадий развития Cyclopoidae.

Динамика средних количественных показателей развития зоопланктона в 2012 г. отражена на рисунках 24 и 25.

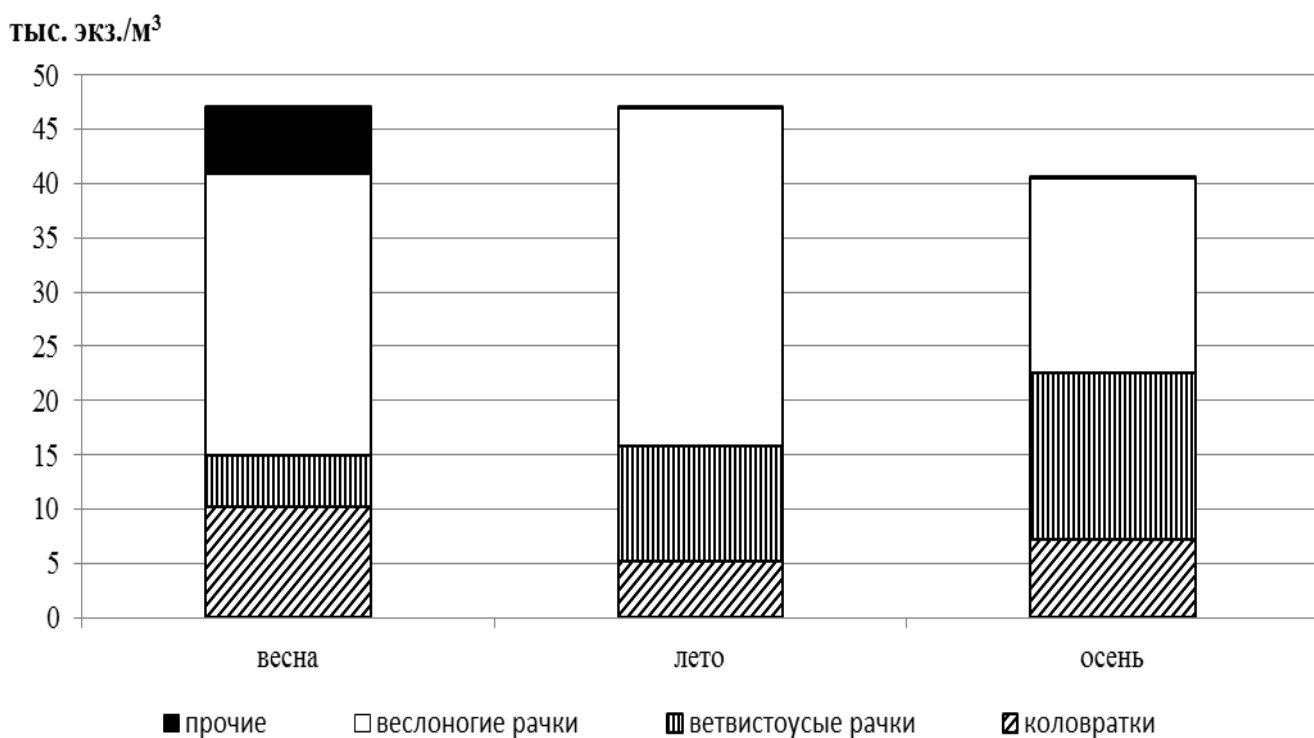


Рисунок 24 - Динамика численности зоопланктона (тыс. экз./м³) за исследуемый период 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

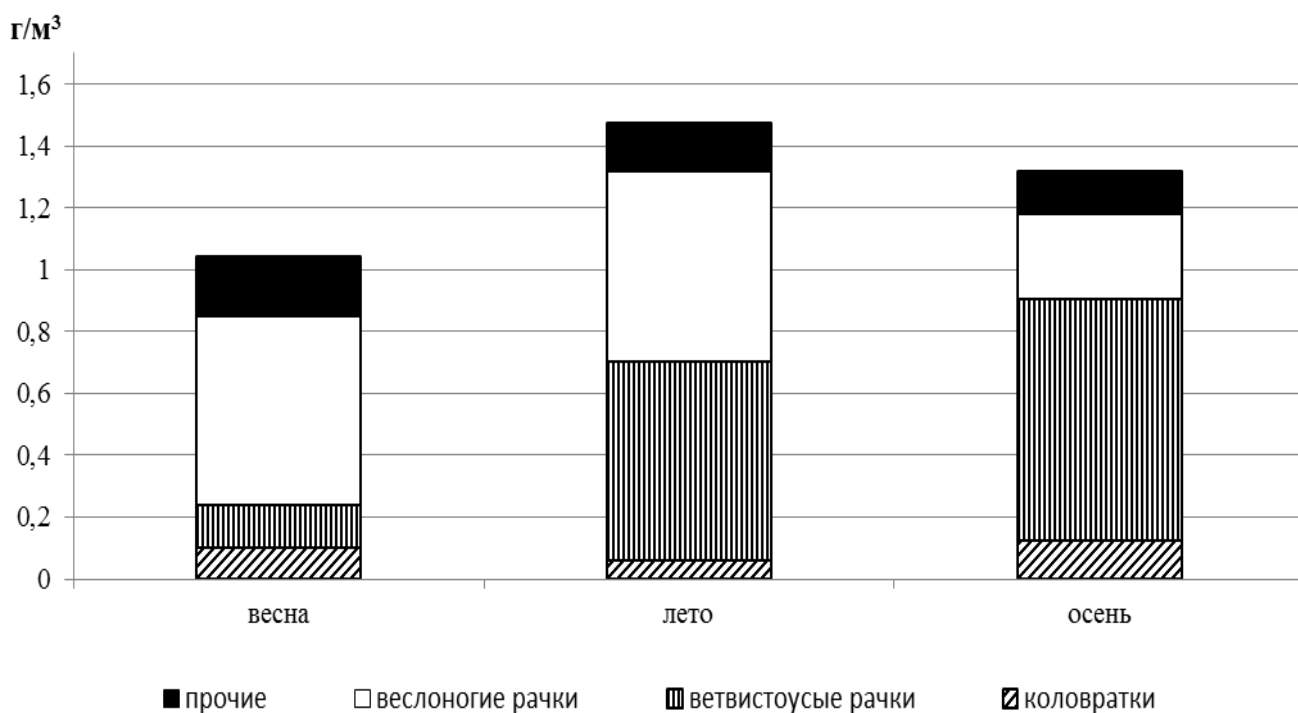


Рисунок 25 - Динамика биомассы зоопланктона (г/м³) за исследуемый период 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

В весенний период 2012 г. минимальные количественные показатели зарегистрированы в Таналыкском заливе (численность 0,252 тыс. экз./м³, биомасса – 0,005 г/м³). На остальных участках биомасса зоопланктона была около 1 г/м³. В массе развивались *Bosmina longirostris* Müller, 1785, *D. galeata*, *A. priodonta*. На всех исследованных участках зарегистрирован *Eudiaptomus graciloides* Lillieborg, 1888. Максимальные количественные показатели развития зоопланктона зарегистрированы в левобережье Приплотинного плеса (численность 114,56 тыс. экз./м³, биомасса 4,2 г/м³).

В летний период 2012 г. показатели биомассы зоопланктона изменялись от 0,118 г/м³ (правобережье Таналыкского залива) до 3,582 г/м³ (левобережье Чапаевского плеса), составляя в среднем 1,4 г/м³ (рисунок 26).

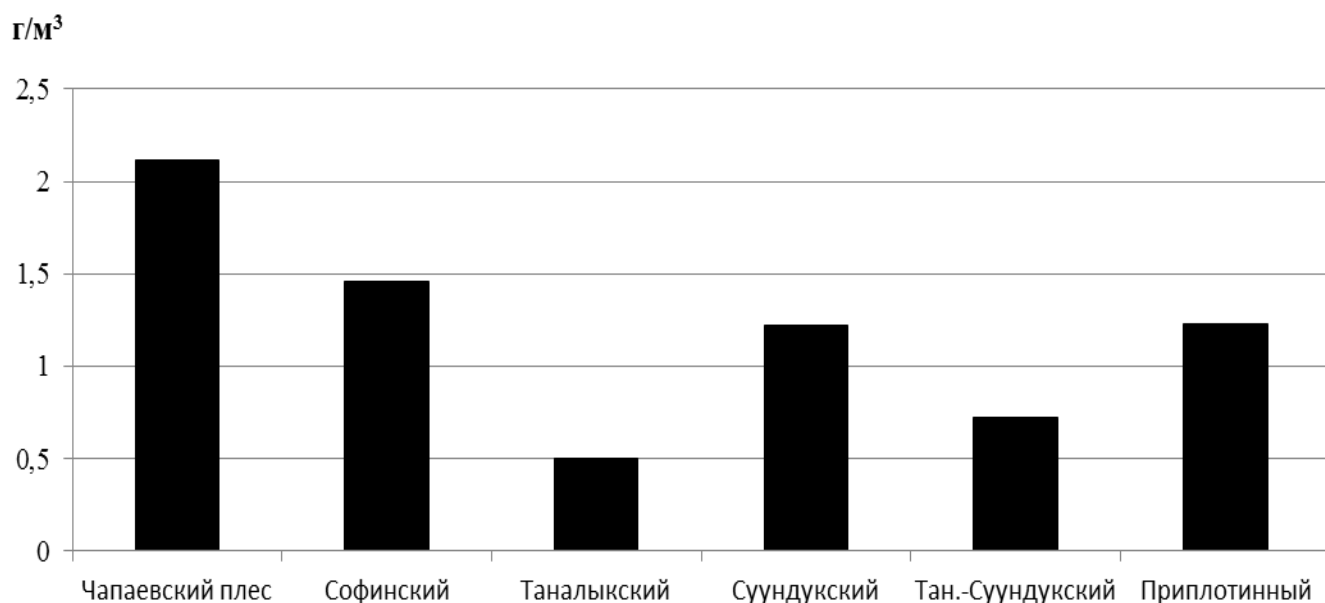


Рисунок 26 - Среднесезонные показатели биомассы зоопланктона на обследованных участках Ириклинского водохранилища в 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Количественные показатели развития зоопланктона в осенний период 2012 г. были довольно высокими: численность 20,06 – 81,80 тыс. экз./м³, биомасса – 0,305-3,429 г/м³. В планктоне в массе присутствовали партеногенетические *D. galeata* с яйцами.

Среднесезонная численность зоопланктона составила 45,335 тыс. экз./³, биомасса – 1,229 г/м³, чистая продукция (по Винбергу) – 9,1 г/м³.

По зоопланктону Ириклинское водохранилище в соответствии с классификации М.Л. Пидгайко (Пидгайко и др., 1968) - средnekормный водоем.

Средний показатель сапробности по водохранилищу составил в 2012 г. 1,69, что соответствует α-мезосапробной зоне (III класс - умеренно загрязненная). Отмечено небольшое снижение данного индекса в летний период за счет процессов естественного самоочищения водоема.

С 2009 по 2012 гг. Саратовским отделением ФГБНУ «ГОСНИОРХ» идентифицировано 40 видов и групп видов донной фауны. Бедность видового состава донной фауны обусловлена скудной обеспеченностью биофондом при

затоплении ложа водохранилища (Грандильевская – Дексбах, 1965; Грандильевская – Дексбах, Шилкова, 1971). Из постоянноводных организмов в дночерпательных пробах зарегистрированы олигохеты (7 видов), пиявки (1), моллюски (4), низшие и высшие ракообразные (7). Гетеротопная фауна представлена личинками двукрылых – хирономид (16 видов и групп видов), хаборид и цератопогонид, а так же прочих насекомых - стрекоз, поденок, ручейников (по 1 виду).

Максимальным видовым обилием (34 вида) характеризовались мелководья с зарослями высшей водной растительности, где довольно разнообразна фауна фитофильных видов двукрылых. На русловых глубоководных участках зарегистрировано незначительное количество пелофильных и эврибионтных видов (11).

На всех исследованных станциях по численности и биомассе доминировали личинки хирономид *Chironomus plumosus*. Этот вид отмечен в 80 % проб. Субдоминантами были представители олигохетофауны, в разные периоды и на различных участках – *Tubifex newaensis* (Michaelson, 1902), *Psammoryctides barbatus* (Grube, 1861), *Potamothenis hammoniensis* (Michaelson, 1901), *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, 1862, *T. tubifex* Mull. Прочие аборигенные виды донной фауны, такие как олигохеты: *L. udecemianus* Claparede, 1862, личинки хирономид: *Cryptochironomus* gr. *defectus* (Koeffer, 1921), *Polypedilum* gr. *convictum* (Walker, 1856), *P.* gr. *nubeculosum* (Meigen, 1818), *Cladotanytarsus* gr. *mancus* (Walker, 1856), *Procladius ferrugineus* (Kieffer, 1918) и др. а так же вселенцы – гаммариды *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing 1899) и *Micruropus possolskii* Sowinsky, 1915, *Gammarus lacustris* Sars, 1863, мизиды *Paramyzis lacustris* (Czerniavsky, 1882) и *P. intermedia*, (Czerniavsky, 1882) (Грандильевская – Дексбах, 1968; Грандильевская – Дексбах, Еременко, Шилкова, 1978) регистрировали в водохранилище редко.

Количественные показатели развития зообентоса в среднем за вегетационный период 2012 г. значительно изменялись: численность - от 1290 до 4250 экз./м², биомасса – от 13,77 до 40,06 г/м². Как и в предшествующие годы (Филинова, 2011), лидировали 2 группы донных беспозвоночных – личинки хирономид и олигохеты (рисунки 27, 28).

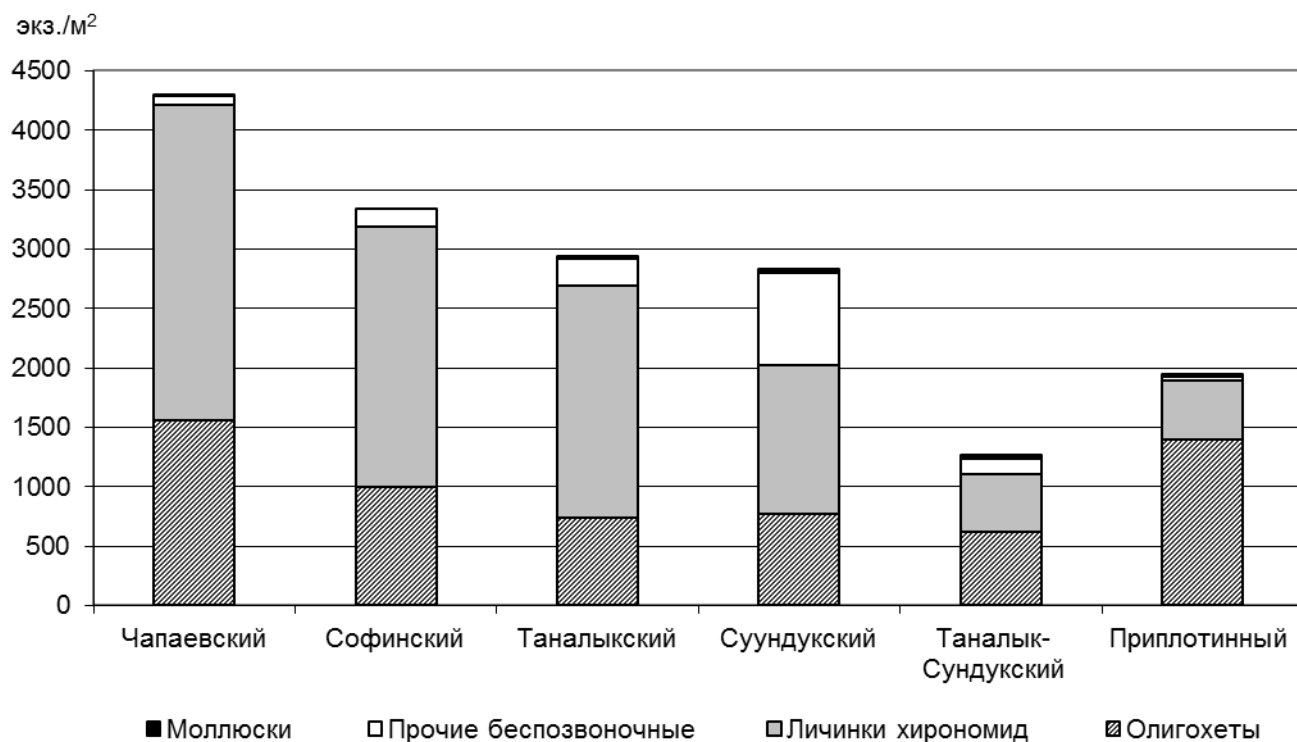


Рисунок 27 - Численность зообентоса на участках Ириклинского водохранилища за исследуемый период 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

В пределах плесов зообентос распределялся неравномерно: у берегов биомасса донных беспозвоночных была в 1,5-3 раза ниже по сравнению с русловой частью, что подтверждает закономерности выявленные нами для Ириклинского водохранилища в предшествующие сезоны (Филинова, 2011). Поскольку илистые донные отложения в данном водоеме содержат менее 20 % органического вещества, а в песчаных и глинистых грунтах этот показатель снижается до 5 % (Балабанова, 1971), трофическая обеспеченность детритофагов на незаиленных грунтах литорали значительно ниже по сравнению с илами профундали.

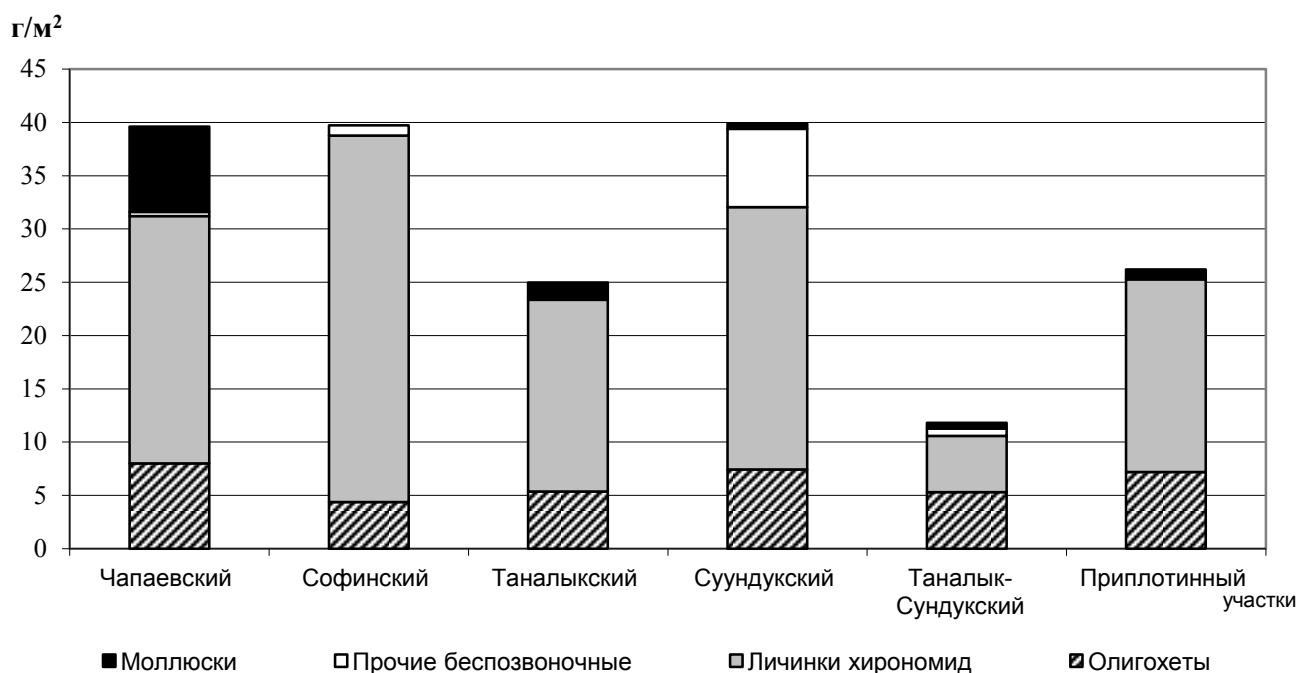


Рисунок 28 - Биомасса мягкого зообентоса в плесах и заливах Ириклинского водохранилища за исследуемый период 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

Анализ пространственного распределения *G. fasciatus* и *M. possolskii* в Ириклинском водохранилище позволяет сделать вывод о предпочтительном заселении байкальскими гаммаридами мелководных биотопов (рисунок 29), что соответствует занимаемой ими экологической нише в историческом ареале (Бекман, 1962; Грезе, 1951; Филинова, 2011; 2012).

В 2012 г. в водохранилище в весенне-летний период поддерживался сравнительно высокий уровень воды, площадь зарастания мелководий увеличилась, это способствовало быстрому увеличению количественных показателей развития двух видов байкальских гаммарид. В дночерпательных и скребковых пробах в июне зарегистрированы половозрелые самки *G. fasciatus* и *M. possolskii* с половыми продуктами и огромное количество молоди рачков. Вспышка развития в природных популяциях данных видов может происходить в благоприятных условиях в течение одного вегетационного сезона. Например, самки рачков *G. fasciatus* способны давать до 5 пометов за вегетационный период, а особи весеннего нереста могут достигать

половой зрелости уже к осени (Базикалова, 1945; Матафонов и др., 2005, Мицкевич, 1984). Особые гидрологические условия вегетационного периода 2012 г. способствовали массовому развитию на мелководных биотопах фитофильных высших ракообразных, интродуцированных в Ириклинское водохранилище из озера Байкал.

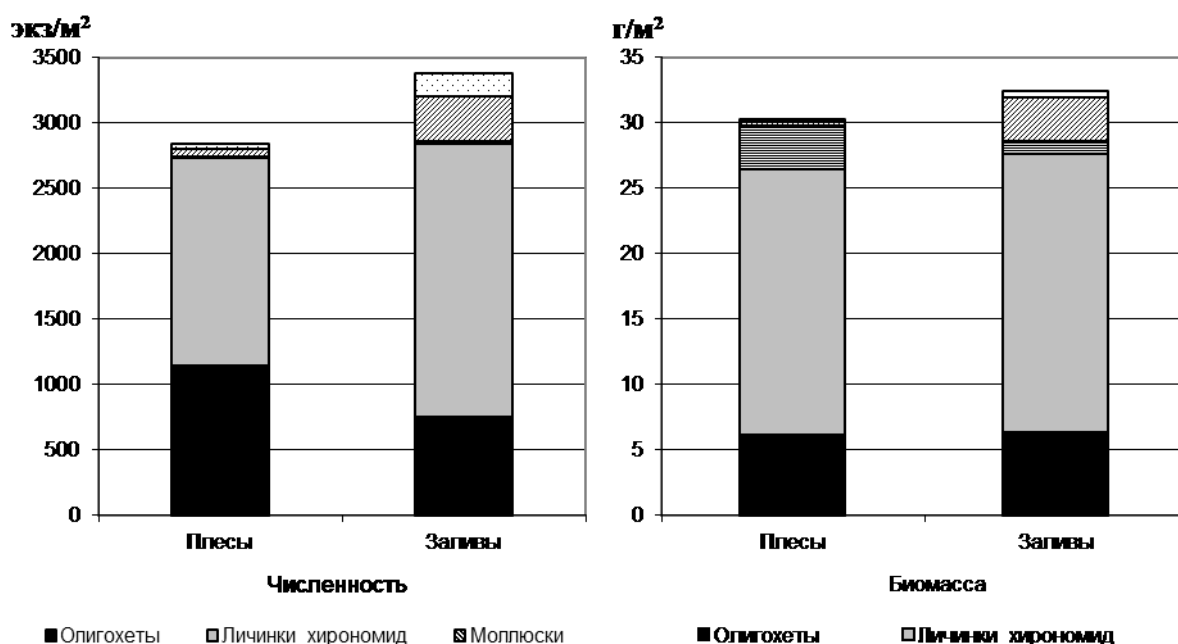


Рисунок 29 - Структура зообентоса на участках Ириклинского водохранилища в весеннее–летний период 2012 г. (по Материалам Саратовского отделения ФГБНУ «ГОСНИОРХ», 2013)

В плесах средняя численность байкальских гаммарид составляла в 2012 г. около 1 % от всего зообентоса, средняя биомасса – менее 1 %. В заливах рассматриваемые количественные показатели составляли около 10 % от всего зообентоса (рисунок 29).

Преимущественно отвесный характер берегов плесов определяет преобладание глубоководных участков, с глубиной 20-30 м, мелководные биотопы большей частью тянутся прерывистой узкой полосой вдоль береговой линии (Соловых и др., 2003). Именно поэтому распространение в плесах Ириклинского водохранилища двух видов байкальских бокоплавов ограничено.

В Ириклинском водохранилище в среднем за вегетационный сезон 2012 г. численность зообентоса равнялась 3290 экз./м², биомасса – 32,23 г/м², без учета моллюсков соответственно 3250 экз./м² и 25,59 г/м². Эти данные находятся в интервале многолетних изменений аналогичных показателей с 2002 - 2011 гг. По развитию биомассы кормовых донных беспозвоночных Таналык – Суундукский плес – высококормный (13,77 г/м²). Все прочие обследованные плесы и заливы – весьма высококормные (биомасса кормового зообентоса превышала 15 г/м²) (Материалы, обосновывающие ОДУ..., 2013).

Рыбное население реки Урал после создания водохранилища оказалось в совершенно новых условиях водной среды. Огромный объем водной массы, большие глубины, слабая проточность и отсутствие речного течения, новые химические свойства и иной температурный режим, искусственное рыборазведение и акклиматизация новых видов рыб и кормовых организмов привели к коренному изменению структуры фауны рыб.

В районе затопления в Урале до 1957 г. обитало 24 вида рыб. Ихтиофауна была представлена бентофагами и хищными рыбами. В уловах по численности преобладали подуст и голавль. Из промысловых рыб большое значение имели лещ и плотва. Из хищных видов наиболее обычной считалась щука. Характерным видом был налим.

Ихтиофауна Ириклинского водохранилища формировалась за счет аборигенных видов, обитавших в р. Урал и придаточных водоемах зоны затопления, а также посадок ряда ценных промысловых видов, которые производились, начиная с первых лет существования водоема (Исаев, Карпова, 1980; Матюхин, 1967). Сукцессионные процессы, отражающие динамику становления ихтиофауны Ириклинского водохранилища, были вполне закономерными для водоемов такого типа. На первом этапе существования водоема наблюдалась замена реофильных видов, распространенных в речных условиях обитания, на рыб озерно-речного комплекса, послуживших в последующем формированию промысловых биоресурсов.

Начиная с 1956 г. в водохранилище в разные годы выпускались: сазан, карп, судак, стерлядь, корюшка, чудской сиг, ладожский рипус, пелядь, белый амур, белый толстолобик, ручьевая форель. Некоторые виды не прижились и в настоящее время в водоеме не встречаются (стерлядь, корюшка, пелядь). Малочисленными из вселенцев являются растительоядные и форель, которые встречаются достаточно редко. Высокий промысловый эффект наблюдался только от интродукции в водоем сиговых рыб. Их суммарный удельный вес в уловах в отдельные годы достигал 90 % от общего вылова рыбы на водохранилище (Исаев, Карпова, 1980; Козьмин, Матюхин, 1964).

В практике рыбного хозяйства часто используется типизация водоемов по составу улова, при этом тип водоема устанавливается по ведущим видам (Правдин, 1966; Никольский, 1971; Небольсина, 1980 и др.). Через полтора десятка лет после образования, водохранилище по составу рыб в промысле превратилось в лещево-судачий водоем, с 1971 по 1974 гг. – в лещево-язево-судачий; с 1975 по 1979 гг. – в плотвично-лещево-судачий (Козьмин, Матюхин, 1971). В последующие годы в результате ежегодного зарыбления личинками и подрощенной молодью сиговых рыб из нагульно-выростного хозяйства, а в дальнейшем и их естественного воспроизводства, сиговые стали занимать ведущее место в промысле. В 1980-90-е годы доля сиговых рыб в общих уловах достигала 80 %, а максимальный вылов – 893 т (1988 г.) (Оценка биологической продуктивности ..., 1993). С 1980 по 1985 гг. водоем был сигово-язево-лещевым, а с 1986 по 1999 гг. – сигово-судачьим-лещевым. С конца 1990-х годов доля сиговых снижалась, в XXI веке преобладающими в уловах стали окунь, плотва, серебряный карась. С 2000 по 2004 гг. Ириклинское водохранилище может быть охарактеризовано как окунево-плотвично-карасевый водоем, а с 2006 г. по настоящее время – как окуневый водоем, т.к. более трети улова составляет окунь.

Приведенная типизация условна. Тем не менее, она показывает, что каждые 7-8 лет в водохранилище наблюдается смена доминантных видов и соответственно условного типа водоема (Материалы, обосновывающие ОДУ..., 2013).

В формировании в водоеме промыслового стада некоторых видов крупночастиковых и сиговых рыб определенную роль сыграла деятельность Ириклинского нерестово-выростного хозяйства. Создаваемое для получения жизнестойкого посадочного материала крупночастиковых видов рыб: сазана, леща, судака, а также рипуса, с начала семидесятых годов хозяйство было переориентировано преимущественно на воспроизводство сиговых. Эпизодически посадки в водохранилище сиговых икрой и личинками осуществлялись с конца пятидесятых годов.

Первым в 1958 г. был завезен чудской сиг – 200 тысяч личинок. В 1961 г. в водоем была произведена посадка гибрида сиг×рипус в объеме 300 тысяч штук проинкубированной икры. Позже в водохранилище икрой и личинками были завезены рипус (в 1968 г. – 1,8 тысяч штук) и пелядь (в 1963, 1970 гг. – 3,15 миллиона штук). Начиная с 1971 г. посадки в водохранилище сиговых производились как личинкой, так и выращенными в прудах нерестово-выростного хозяйства сеголетками. В этом же году впервые от местных производителей сиговых была получена икра, и после инкубации весной 1972 г. личинка посажена в водоем.

В период с 1971 по 1983 гг. за счет работы Ириклинского НВХ посадки разных видов сиговых в водохранилище осуществлялись регулярно. При этом, если в первые годы было достоверно известны исходные формы производителей, то в последующий период, как в результате спонтанной гибридизации их в водоеме, так и допускаемой в процессе заготовки икры, степень гибридности сиговых Ириклинского водохранилища определить практически было невозможно. В настоящее время сиговые в водохранилище представлены ладожским рипусом и гибридом сиг×рипус. Аномалий в развитии гонад у гибридов не отмечено (Биологическое обоснование ..., 1999).

В период с 1984 до 1990 гг. Ириклинское нерестово-выростное хозяйство воспроизводством сиговых не занималось. Пруды НВХ использовались исключительно для получения сеголетков леща. Тем не менее, именно в период 1987-1991 гг. на водохранилище были получены максимальные уловы рыбы (657,3-991,0 т), из которых в среднем 82 % (до 893 т) занимали сиговые. Таким образом,

наиболее высокая промысловая продуктивность на водоеме была получена в период, когда рыбоводные работы по сиговым не проводились, пополнение их промыслового стада шло исключительно за счет естественного воспроизводства. Следует отметить, что естественное воспроизводство сиговых в водохранилище отмечалось уже в середине 60-х годов - в первые годы после их посадки в водоем.

В 90-е гг. прошлого столетия Ириклинское нерестово-выростное хозяйство возобновило посадки молоди сиговых в водохранилище (таблица 4). Большая часть посадок производилась подрощенным посадочным материалом, однако объемы посадок были значительно ниже необходимых для получения высокого промыслового эффекта.

Таблица 4 – Посадки сиговых в Ириклинское водохранилище за период 1994-2001 гг., тыс.штук (по Материалам УралСибрыбНИИпроект, 1999)

Виды рыб	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Сиг	21,0	203,0	-	791,6	-	150,0	278,0	-
Рипус	9,0	612,0	778,0	994,4	5550,0	5400,0	297,3	1,3

Помимо сиговых нерестово-выростное хозяйство занималось также воспроизводством других ценных видов, но количество получаемого посадочного материала было крайне незначительно (Биологическое обоснование ..., 1999; Килякова, 2007; Материалы, обосновывающие ОДУ..., 2008, 2013).

В настоящее время в водохранилище насчитывается около 30 видов рыб. Наиболее многочисленными являются: окунь, плотва, серебряный карась. В 2009 - 2012 гг. на их долю приходилось около 90 % улова. Доминировал окунь (более 70 %). Такие виды, как сазан, щука, налим в уловах очень малочисленны. К числу редко встречающихся можно отнести: сома, жереха, голавля, густеру, линя, красноперку, присутствующих в промысловых уловах не ежегодно. В уловах

отмечаются также ерш, укля, пескарь; из непромысловых видов в водохранилище обитают – щиповка, колюшка, рыба-игла, бычок-кругляк.

Из ценных вселенцев в водохранилище обитают сиговые: сиг и крупная форма европейской ряпушки - рипус. Наиболее многочислен рипус (Материалы, обосновывающие ОДУ..., 2013).

Весьма актуальным в настоящее время является восстановление статуса Ириклинского водохранилища, как водоема с высокой численностью ценных видов рыб, в первую очередь сиговых.

Мезотрофное слабопроточное Ириклинское водохранилище весьма пригодно для выращивания сиговых. Акклиматизация этих рыб в водохранилище дала положительный результат. Натурализация и активное самовоспроизводство сиговых позволили им занять ведущее место в ихтиофауне водохранилища и обеспечить максимум уловов в 80-е гг. прошлого столетия. Неблагоприятные гидрологические условия во время нереста, развития отложенной икры и выклева свободных эмбрионов, повторяющиеся в течение ряда лет, а также многолетний слабо контролируемый вылов, изымающий значительное количество молоди на местах нагула, привели к резкому сокращению их запасов, что потребовало введение запрета на лов сига с 2000 года.

В числе комплексных мер по увеличению запасов сиговых рыб и общих рыбных запасов необходимы широкие работы по искусственному воспроизводству и систематическому выпуску в водохранилище ценных видов рыб.

Наиболее перспективными видами для пастбищной аквакультуры являются белый и пестрый толстолобики, способные активно отфильтровывать фитопланктон и детрит, трансформировать их энергию в высококачественную рыбную продукцию и оказывать положительное воздействие на экосистему; белый амур – биологический мелиоратор, активно потребляющий высшую водную растительность; рипус, пелядь, сиг, способные наиболее полно осваивать кормовые ресурсы различных участков водохранилища – рипус – открытых глубоководных, пелядь – прибрежной зоны.

Учитывая, что в настоящее время основу уловов Ириклинского водохранилища составляет окунь, зарыбление должно осуществляться сеголетками сиговых рыб, а не личинками. Вселение рыб в водохранилище должно быть регулярным и массовым (Рыбоводно-биологическое обоснование ..., 2010).

2 Общая характеристика садкового хозяйства на Ириклинском водохранилище

2.1 Анализ рациональных режимов выращивания рыбы в садковом хозяйстве

Разведение рыбы – столь же древняя сфера деятельности человека, как и разведение домашних животных. Однако, рыбоводство развивалось значительно медленнее и еще не миновало стадии поиска. Это объясняется многими причинами, среди которых важнейшей является возможность удовлетворения спроса на рыбу за счет естественных водоемов. Рыбу проще ловить, чем разводить.

Еще в начале двадцатого века существовала уверенность в том, что запасы рыбы неисчерпаемы и для бесконечного увеличения объема промысла надо только совершенствовать орудия лова. В результате численность рыб (особенно ценных видов) в естественных водоемах начала неуклонно падать. В крупных озерах и водохранилищах наметилась тенденция замещения ценных рыб многочисленными малоценными видами. Это явилось основной причиной современного прогрессивного развития рыбоводства.

Первые упоминания о разведении карпа в Китае датируются еще III веком до нашей эры. Между тем только в последние 30-60 лет отмечается небывалый рост производства товарной рыбы, что во многом связано с переходом рыбоводства на промышленную основу (Привезенцев, 1991; 2007).

Одной из объективных предпосылок к этому стало появление целого ряда научных концепций, обосновывающих интенсивные технологии выращивания рыбы. К их числу с полной уверенностью можно отнести учение о садковом и бассейновом методах разведения и выращивания товарной рыбы (Корнеев, 1967, 1982, 1990; Аронович, 1969; Михеев и др., 1970; Mann, 1974; Канидьев, 1975; Королева, 1978; Михеев, 1982, 1994; Скотт, 1983; Кучеренко, 1985; Привезенцев, 1985, Паньков, 1997; Мирошникова, Пономарев, 2013).

Значение этого учения для рыбоводства России трудно переоценить. Действительно большая часть территории нашей страны расположена в рыбоводных зонах с низкой естественной рыбопродуктивностью, что обусловлено отсутствием благоприятных климатических условий. В этой связи одним из наиболее перспективных направлений в решении проблемы обеспечения населения рыбопродуктами является рыбохозяйственное использование отработанных вод тепловых и атомных электростанций (Бабаян, 1977).

Известно, что работа тепловых и атомных электростанций сопровождается вынужденным подогревом и сбросом огромного количества воды температурой 8-35 °С (Деева, 1975). При этом совокупный сброс термальных вод на территории бывшего СССР в 1,5 раза превышает годовой сток реки Волга (Ферберов и др., 1975; Багров и др., 1977).

Потенциал тепловодных рыбхозов трудно поддается оценке. Так даже при использовании передовых методов интенсификация рыбоводства лучшие предприятия получают только 60-72 ц рыбы с 1 га водной площади прудов, а возможная рыбопродуктивность тепловых хозяйств составляет 1,5-2,0 тыс. т/га, при кормовом коэффициенте 1,5-2,0 (Ваняев, 1977; Николук, 1979; Battges, 1978). Помимо этого организация рыбхозов на термальных водах позволяет в 1,5-2,0 раза сократить срок выращивания производителей – рыб (Лыков, 1977) в 80-100 раз повысить эффективность использования земельной площади (Ваняев, 1976), что само по себе определяет высокую конкурентоспособность тепловодных хозяйств.

Между тем, наличие термальных вод зачастую еще не гарантирует успех рыбоводства. Это становится возможным только при соблюдении ряда требований, в числе которых поддержание температурного режима и обеспечение оптимального санитарно-гидрохимического режима водной среды (Каспин и др., 1976).

Отклонение от норм в данных вопросах способно привести к значительным убыткам. В частности, при резких перепадах температуры воды, обусловленных ее разбавлением от 30-33 °С до 23-26 °С у рыб различных возрастов, выращиваемых на теплых водах развивается газопузырьковая болезнь, приводящая к гибели до 80-100% поголовья. Для предупреждения этой болезни рекомендуется систематический

гидрохимический контроль и своевременное восстановление равновесия растворимых в воде газов (азот, кислород) путем отстаивания и аэрации (Солонин, 1976; Головин, Мусселиус, 1977; Котова, 1985).

Другим важным технологическим показателем гидрохимического режима водной среды является скорость течения воды.

С увеличением скорости течения возрастает расход энергии у рыб, и если при скорости плавания 4 см/с сеголетки карпа расходуют 320 мг O_2 кг/ч, то при скорости плавания 12 см/с расход кислорода увеличивается вдвое. В результате повышения обмена веществ возрастает расход кормов и снижается прирост рыбы (Привезенцев, 1991; 2007).

В тоже время повышенная скорость течения может оказывать и благоприятное действие на рыбопродуктивность садкового хозяйства. Это обуславливается целым рядом причин. Во-первых увеличение водообмена в садках и бассейнах за счет поступления большого количества кислорода позволяет увеличивать плотность посадки, снижать себестоимость продукции.

В качестве подтверждения этого можно привести результаты исследований В.Е. Буховец (1977) выполненные на Конаковском живорыбном заводе. Автор установил, что изменение расхода подаваемой в бассейны воды с 0,5 до 1,5 л/с m^3 увеличивает рыбопродуктивность на 50 % и эффективность кормления на 22 %.

Вторым не менее важным обстоятельством, указывающим на позитивную роль повышенной скорости течения на рыбопродуктивность садкового хозяйства, является необходимость удаления из садков продуктов жизнедеятельности рыбы. Как известно при длительной эксплуатации садкового хозяйства на водохранилищах в садках отмечается резкое повышение числа бактерий в среднем на 30-50 %. Количество сапрофитных организмов возрастает в 1,5-7,0 раз, грибов в 1,5-3,0 раза (Михеев, 1976).

При этом садки заиливаются, на их дне образуется осадок, содержащий в 1 грамме до 10 млрд. бактерий и до 5 млн. клеток сапрофитов. Ситуация еще больше усугубляется тем, что стенки садков в малопроточной воде покрываются обрастаниями, ухудшающими самоочищение садков и снижающими водообмен.

Мало того в этих обрастаниях появляются кладки и цисты многих водных животных, в том числе и паразитов. На мелководных прибрежных участках в обрастаниях садков поселяются прудовики – промежуточные хозяйства возбудителя диплостомоза (Михеев, 1982). Этого можно избежать размещения садки в местах с проточной водой.

Таким образом, анализируя вопрос о рациональных режимах выращивания рыбы в садковом хозяйстве следует опираться как на данные о затратах кормов на передвижение (плавание) рыбы, так и на материалы исследований о благоприятном действии повышенного водообмена на рыбопродуктивность.

Базой для проведения исследований послужило тепловодное садковое хозяйство, размещенное на сбросных водах Ириклинской ГРЭС.

2.2 История создания и развития Ириклинского садкового хозяйства

Климат района расположения водохранилища характеризуется значительный континентальностью с жарким, сухим летом и холодной зимой. Средняя годовая температура воздуха составляет 2,2 °С (таблица 5).

Таблица 5 - Годовой ход температуры воздуха в районе садкового хозяйства

Показатель	Месяц												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	в среднем
Температура, °С	-17,3	-16,2	-10,1	3,0	13,5	18,6	20,4	18,4	12,2	3,2	-5,6	-13,4	2,2

Самым теплым месяцем в году является июль со среднемесячной температурой воздуха 20,4 °С, самым холодным – январь, со среднемесячной температурой минус 17,3 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха достигает – 37 °С, абсолютный максимум 40 °С (таблица 6).

Таблица 6 - Даты и переходы среднемесячной температуры воздуха в районе садкового хозяйства

Показатель	Температура, °С				
	0	5	10	15	20
Даты перехода температуры	9.04-26.10	19.04-11.10	30.04-24.09	23.05-4.09	3.07-4.08
Продолжительность периода, суток	199	174	146	103	31

При этом продолжительность периода с температурой воздуха выше 15 °С составляет в районе садкового хозяйства только 103 дня, что позволяет отнести рассматриваемую территорию к 4 рыбоводной зоне (Привезенцев, 1991).

Садковое хозяйство на сбросных водах Ириклинской ГРЭС существует с 1977 года. Все эти годы оно размещалось непосредственно в сбросном канале электростанции. В начале эксплуатации рыбоводного хозяйства условия содержания карпа соответствовали нормативным требованиям, так как полной мощности (2400 тыс. МВт) электростанция достигла только в 1979 году, и в течение первых двух лет скорость течения в сбросном канале не превышала критического уровня.

Однако в последующем, ввиду ввода в строй ещё четырёх энергоблоков, условия окружающей среды изменились. Повышение мощности предопределило увеличение сброса теплых вод, в результате чего скорость течения воды в местах установки садковой линии превысила нормативную.

При разработке Уральским отделением НИИ озерного и речного рыбного хозяйства рыбоводного обоснования для Ириклинской ГРЭС, эти нарушения были учтены и месторасположение садковой линии признано временным (экспериментальным). В соответствии с этим было рекомендовано расширить сбросной канал ниже по течению от размещения садковой линии, что помимо снижения скорости течения позволило бы увеличить производство товарного карпа до 1000 тонн в год.

Однако данная разработка так и не была реализована на практике, и в течение всего последующего времени садковые линии находились в сбросном канале ГРЭС.

До 1988 года на сбросных водах Ириклинской ГРЭС действовало подсобное садковое хозяйство ГРЭС с ежегодным объемом выращивания карпа 30-40 тонн. На подсобном хозяйстве имелось 2 садковые линии общей площадью 800 м² и пять мальковых прудов общей площадью 2 га. В прудах ежегодно подращивалось около 300 тыс. штук мальков карпов средней массой 2-5 г. Объем производства сеголетков – 100-150 тыс. штук средней массой 10-20 г. В апреле 1988 года подсобное садковое хозяйство ГРЭС было передано Новоорскому рыбопитомнику.

Новоорский рыбопитомник имел 30 га выростных прудов, снабжаемых водой из Ириклинского водохранилища. Проектная мощность рыбопитомника – 3,3 млн. штук сеголетков карпа и растительноядных рыб – не была достигнута ни в одном сезоне. Максимальный объем выращенных сеголетков – 998 тыс. штук (1986 г.).

В 1987 году после принятия решения о строительстве крупного садкового хозяйства, Уральским отделением ГосНИОРХ выдано РБО на выращивание 1000 тонн товарного карпа. Главным условием размещения садковых линий было указано – уменьшение скорости течения воды до нормативной (0,2-0,3 м/с). Однако, это условие не было выполнено и первая опытная садковая линия площадью 1600 м² размещена непосредственно в сбросном канале. Скорость течения воды в садках достигала 1,5-2,0 м/с. Поэтому Уральским отделением ГосНИОРХ разрабатывалась возможность создания в канале зоны со скоростью течения не выше 0,3 м/с для размещения садковых линий площадью 6000 м².

В настоящее время предприятие ООО «Ирикларыба» ведет свою деятельность как полносистемное рыбоводное хозяйство, обеспечивает выращивание более 20 тонн рыбопосадочного материала и 250-300 тонн товарной рыбы.

Технологическая схема производства предусматривает содержание в садках и прудах маточного поголовья, подращивание рыбопосадочного материала, нагул и выращивание товарной рыбы. Предприятие располагает тремя садковыми линиями ЛМ-4 с производственной мощностью 300 тонн, двенадцатью выростными прудами

на площади 45 га, четырьмя прудами для естественного нереста, подращивания молоди и летнего и зимнего содержания маточного стада (рисунки 30, 31).

Для хранения рыбы в охлажденном виде имеются холодильные камеры общей емкостью 150 тонн. Мощность цеха по переработке и копчению рыбы составляет 500 кг в сутки. В 2009 году введен в строй кормоцех по производству комбикорма мощностью 5 тонн в час (рисунок 32). Инкубационный цех ООО «Ирикларыба» оборудован инкубационными аппаратами «Осетр», Вейса, «Амур» для инкубации икры осетровых и карповых видов рыб. Объектами разведения на предприятии являются: карп, декоративный карп Кой, веслонос, ленский осетр, белый амур, белый толстолобик, гибрид белого и пестрого толстолобика и другие виды (рисунки 33, 34) (Отработать биотехнику ..., 1988; <http://mcx.orb.ru>; <http://mpr.orb.ru>).



Рисунок 30 – Садковая линия ООО «Ирикларыба»



Рисунок 31 – Зимовальный пруд ООО «Ирикларыба»



Рисунок 32 – Кормоцех ООО «Ирикларыба»



Рисунок 33 – Декоративные карпы Кои



Рисунок 34 – Годовики карпа

3 Биологическая характеристика объектов разведения

3.1 Карп

Карп (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) – культурная форма сазана (рисунок 35), основной объект товарного рыбоводства России. Слово “карп” в переводе с греческого языка означает плод. По-видимому, название карп, данное культурной форме сазана, обусловлено чрезвычайно высокой плодовитостью этой рыбы, выметывающей от 96 тысяч до 1,8 миллиона икринок.



Рисунок 35 – Карп

Длина тела карпа до 1 м и более, вес от 360 г до 32 кг. Тело карпа сжатое с боков, покрыто крупной, плотно сидящей темно-желто-золотистой чешуей. У основания каждой чешуйки темное пятнышко, край чешуйки окаймлен черной точечной полоской. Вдоль боковой линии 33-40 чешуй. Рот нижний, сильно выдвижной, с образованием хоботка. Рыло длинное, несколько притупленное. В углах рта две пары коротких усиков. Лоб большой, глаза маленькие (рисунок 36). Спинной плавник очень длинный, слегка выемчатый, с зазубренным костяным лучом, анальный короткий и тоже с зазубренным лучом. В спинном плавнике 15-26

лучей, в анальном – 5-8 лучей. Хвостовой плавник заметно гомоцеркальный (Решетников, 2002; Мирошникова, Пономарев, 2013).



Рисунок 36 – Голова карпа

Глоточные зубы крупные, жевательного типа, трехрядные: 1.1.3 – 3.1.1 (рисунок 37). Длина кишечника в 2,5-3 раза превосходит длину тела. Жаберных тычинок 21-29. Позвонков 36-38.

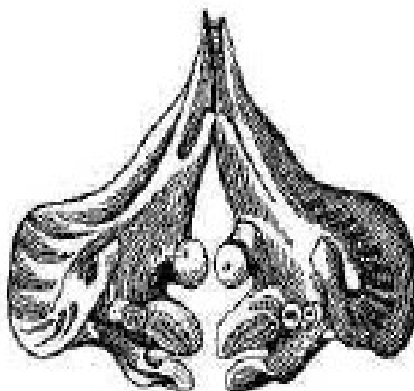


Рисунок 37 – Глоточные зубы карпа

Окраска карпа: бока желтовато-золотистые, спина темная, плавники темные, хвостовой – с красным оттенком, по цвету сильно варьирует в зависимости от мест обитания. Половой диморфизм не выражен (Привезенцев, 2007; Мирошникова, 2010).

Современный ареал сазана и карпа в Евразии находится между 35 и 50 ° с.ш. и 30 и 135 ° в.д. Естественный ареал вида состоит из двух частей:

- 1) водоемы Понто-Каспийского-Аральского региона;
- 2) бассейн дальневосточных рек и рек Юго-Восточной Азии.

Европейский сазан и карп в настоящее время населяют пресные и солоноватые воды бассейнов Северного, Балтийского, Средиземного, Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей, оз. Иссык-Куль. Полагают, что исходным регионом распространения европейского карпа и его разнообразных пород был бассейн Дуная. Благодаря искусственному разведению ареал карпа продвинулся на север до 60 ° с.ш. Уход карпа из прудов – основная причина его появления в р. Москве, оз. Селигер, Иваньковском водохранилище и других водоемах (рисунок 38).

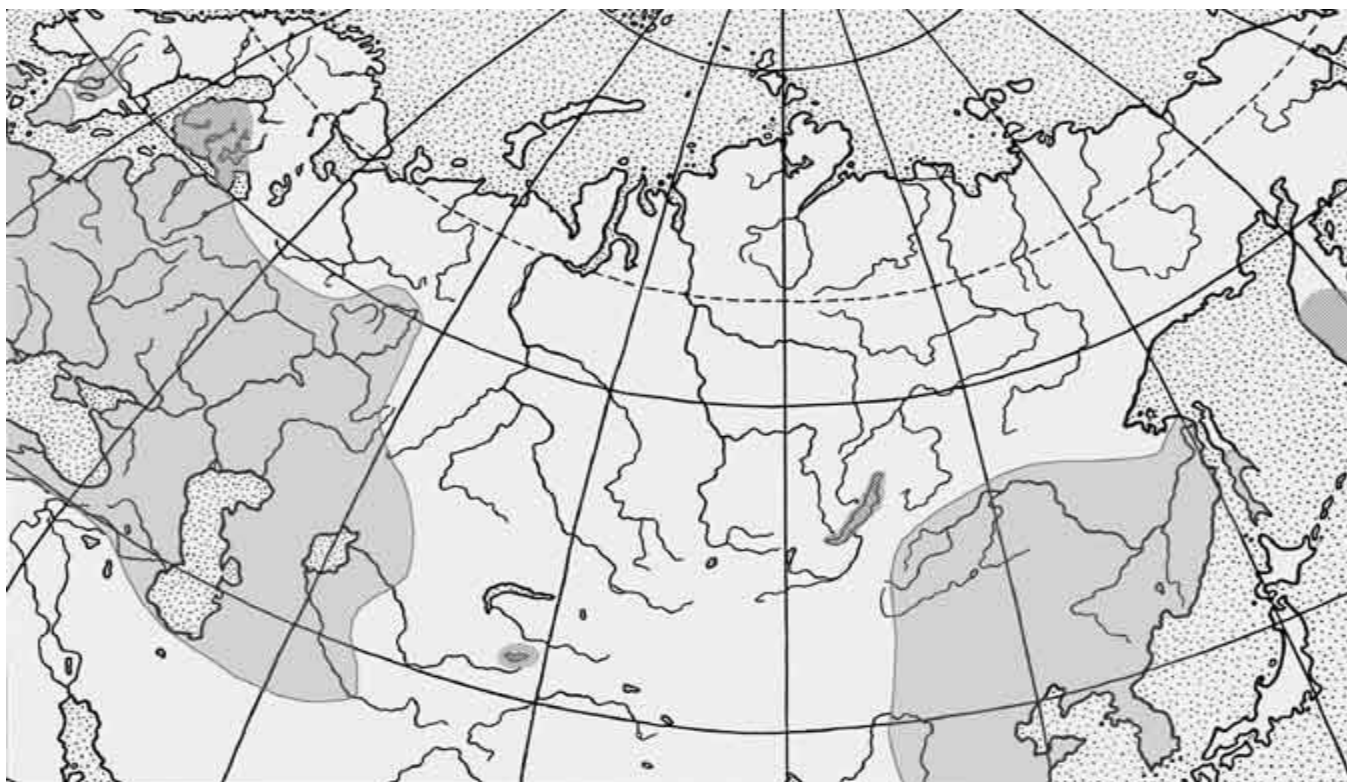


Рисунок 38 – Ареал карпа и сазана (по Ю.С. Решетникову, 2002)

Места обитания карпа – теплые стоячие и слабопроточные водоемы с песчаным или илистым грунтом и обильной растительностью, пресные или солоноватоводные. Молодь потребляет сначала зоопланктон, потом переходит на бентос. Взрослые рыбы питаются моллюсками, растительностью, личинками насекомых и др. зимует на глубоких ямах в устьях рек или предустьевых пространствах. Днем держится обычно в глубоких защищенных местах и активным становится в сумерках (Решетников, 2002; Мирошникова, 2011).

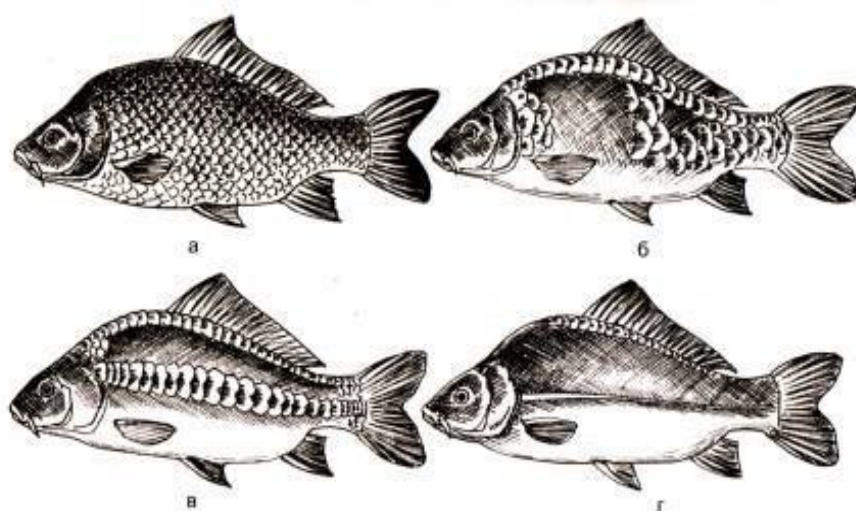
Половой зрелости достигает в возрасте 2-5 лет при длине более 30 см. Нерест порционный, с конца апреля по август при температуре воды 16-20 °С и выше. Икру откладывает на мягкую растительность, на небольшой глубине (до 0,5 м). Плодовитость 96 тыс. – 1,8 млн. икринок. Икра желтоватая, клейкая, диаметром 1,4-1,5 мм (рисунок 39). Инкубационный период длится от 2,5 суток до 7,5 суток при температуре 17-24 °С. Вылупившиеся личинки длиной 6,5-7,0 мм первое время висят, прикрепившись к растениям, затем начинают активно двигаться и питаться зоопланктоном (Мирошникова, Лебедев, Карпова, 2011).



Рисунок 39 – Икра карпа

Предшественником культурного карпа является дикий сазан. Одомашнивание сазана в Китае началось еще во втором тысячелетии до нашей эры. В Европе карп стал первой рыбой, которую выращивали в прудах, построенных при монастырях еще в раннем средневековье (V-VII века).

В процессе одомашнивания изменились его морфологические признаки. Тело карпа стало более высокоспинным. Появились карпы с различной формой чешуйного покрова: с разбросанным или линейным чешуйчатым покровом, а также полностью лишенные чешуи (голые) (рисунок 40). Современные породы карпа характеризуются высокими продуктивными качествами: быстрым ростом, эффективным использованием задаваемых кормов, высокой плодовитостью. Следует отметить и хорошие товарные качества карпа.



а – чешуйчатый; б – зеркальный разбросанный; в – зеркальный линейный; г – голый

Рисунок 40 – Карпы с различной формой чешуйного покрова

Карп неприхотлив к условиям содержания, легко приспосабливается к изменениям гидрохимического режима, кормовой базы и других факторов среды. Благоприятные температурные условия для питания, роста и размножения карпа 18—30 °С. При охлаждении воды ниже 14 °С интенсивность питания резко снижается, хотя

способность потреблять пищу у него сохраняется и при 3-4 °С. При повышении температуры воды выше 25 °С поедаемость кормов также резко снижается.

При выращивании карпа в прудах его кормят искусственными кормами. При благоприятных условиях обитания в прудах сеголетки карпа достигают массы от 26 до 30 г, двухлетки – от 400 до 800 г, трехлетки – 1,5 кг и более в зависимости от зоны рыбоводства (Привезенцев, 2007; Мирошникова, Пономарев, 2013).

Селекционную программу по созданию специализированных пород карпа, приспособленных к специфическим условиям садкового содержания на сбросных теплых водах, разработали сотрудники ГосНИОРХ (А.С. Зонова и др.). Работу проводили на базе Черепетского производственно-экспериментального рыбного хозяйства с 1976 года (г. Суворов Тульской области). В результате многолетнего труда были созданы породы тепловодного карпа черепетский рамчатый и черепетский чешуйчатый карпы (рисунки 41, 42).



Рисунок 41 - Черепетский рамчатый карп



Рисунок 42 - Черепетский чешуйчатый карп

Черепетский рамчатый карп происходит от немецких рамчатых карпов, завезенных в 1974 г. Исходное стадо чешуйчатого карпа было сформировано на основе карпа, выращиваемого в прудовых хозяйствах Тульской области. Порода прошла отбор в 6 поколениях.

Основная цель селекции – приспособленность к разведению и выращиванию в условиях стойлового содержания в садках на теплых водах.

Основным методом создания пород являлся трехэтапный отбор по массе тела на первом году жизни (в возрасте одного, двух и шести месяцев). Накопленные коэффициенты напряженности отбора черепетского рамчатого карпа варьировали по поколениям от 3,4 % до 8,9 %. За 5 поколений направленного отбора удалось улучшить темп роста. Вес племенных сеголетков колеблется в пределах от 130 до 200 г, двухлетков – от 1500 до 1800 г, что превышает нормативные требования. В процессе длительной селекции и адаптации к новым условиям садкового содержания на сбросных теплых водах голова, кишечник и передняя доля плавательного пузыря стали относительно длиннее в сравнении с исходными группами. Селекция была

направлена на поддержание генетической структуры породы и повышение ее продуктивных качеств.

Черепетский рамчатый карп гомозиготен по генам сплошного чешуйчатого покрова, генотип SSnn. Рабочая плодовитость черепетского рамчатого карпа в 4-годовалом возрасте составляет 726 тыс.шт. икринок. Продуктивность рыбы при уплотненной посадке достигает 230 кг/м² садковых площадей. Характеризуется достаточно высокой устойчивостью к воспалению плавательного пузыря и паразитарным заболеваниям.

В качестве исходной группы для черепетского чешуйчатого карпа использован местный беспородный чешуйчатый карп, завезенный в Черепетское хозяйство из прудовых хозяйств Тульской области. Завезенные карпы имели до 60-70 % доли наследственности амурского сазана. Цели и методы селекции при создании породы черепетского чешуйчатого карпа были аналогичны при создании породы черепетского рамчатого карпа.

Накопленные коэффициенты напряженности отбора варьировали по поколениям от 4,7 % до 9,4 %. За 5 поколений направленного отбора удалось улучшить темп роста. Вес племенных сеголетков колеблется в пределах от 150 до 300 г, двухлетков – от 1500 до 2500 г, что превышает нормативные требования. В процессе селекции голова, кишечник и передняя доля плавательного пузыря стали относительно длиннее в сравнении с исходными группами рыб, что связано с дефицитом кислорода. Черепетский чешуйчатый карп гомозиготен по генам сплошного чешуйчатого покрова, генотип SSnn.

Производители черепетского чешуйчатого карпа достигают половой зрелости в 2-3 года, способны давать многократно в течение одного года качественное потомство. Продуктивность составляет до 250 кг товарного карпа с 1 м² садковых площадей.

От существующих в стране пород черепетский рамчатый и черепетский чешуйчатый карпы отличаются высокой степенью реализации комплекса хозяйственно ценных признаков и жизнеспособности в условиях тепловодных

садковых хозяйств. От пород, похожих по характеру чешуйного покрова, они отличаются по ряду экстерьерных и интерьерных признаков.

В 2000 г. черепетский рамчатый и черепетский чешуйчатый карпы прошли государственную апробацию и были признаны в качестве селекционного достижения, отличающегося от других достижений повышенной устойчивостью к специфическим условиям садкового содержания на сбросных теплых водах. Породы предназначены для разведения в тепловодных хозяйствах (Мирошникова, Пономарев, 2013).

3.2 Белый толстолобик

Белый толстолобик (*Hypophthalmichthys molitrix* Valenciennes, 1844) - пресноводная стайная рыба, обитающая в р. Амур и реках Юго-Восточной Азии (рисунок 43).

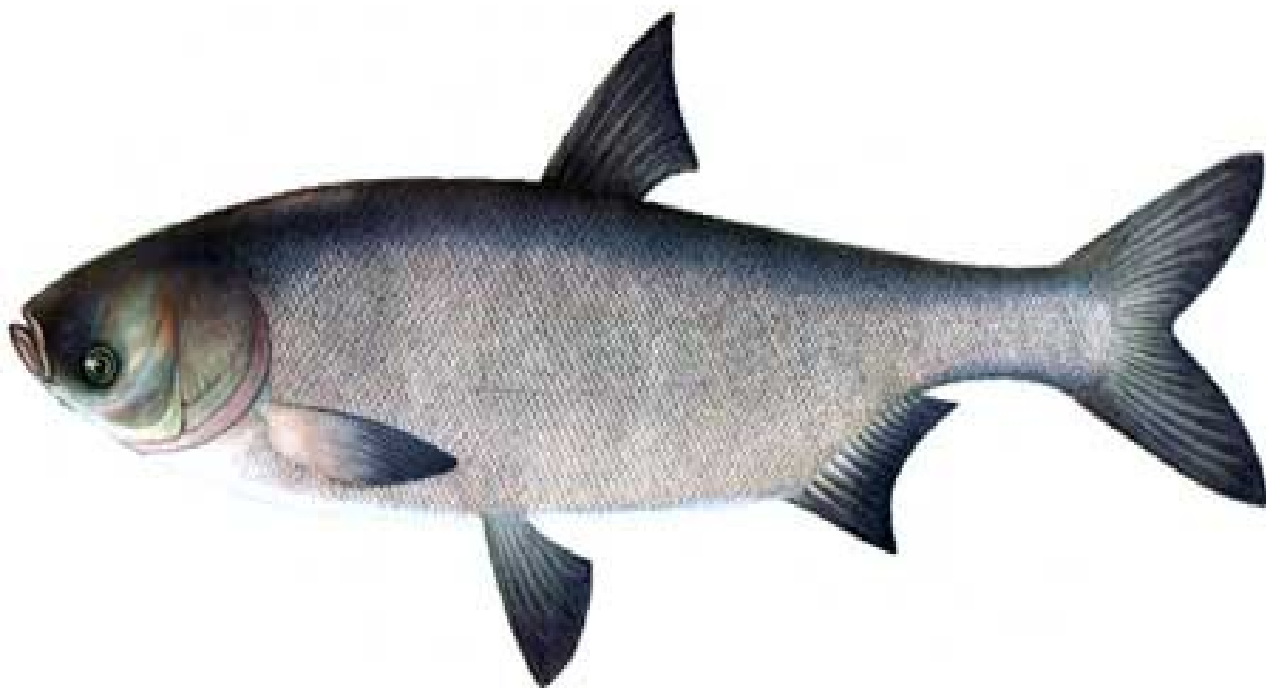


Рисунок 43 – Белый толстолобик

Длина тела до 1 м, масса 20-25 кг. Имеет вытянутое, слегка выпуклое сверху и сжатое с боков тело с широкой заостренной головой. Спина зеленовато-серая, бока и брюхо серебристые. Спинной и хвостовой плавники цвета спины, грудные, брюшные и

анальный светлые. Радужина глаза серебристая. Маленькие глаза расположены ниже средней линии головы. Линия брюшка образует выгнутый острый киль от жаберных щелей до основания анального плавника. Мелкая чешуя, в боковой линии 110-125 чешуи. Спинной плавник с 11-15, анальный с 14-17 лучами, первые 2-3 луча слегка окостеневшие.

В отличие от большинства карповых рыб у белого толстолобика рот верхний, без усиков, маленький мясистый, слегка приподнятый, без осязательных придатков и без зубов в ротовой полости, разрез рта слегка косой, почти вертикальный. У белого толстолобика однорядные глоточные зубы 4-4, очень сильные, сжатые с боков (рисунок 44) (Решетников, 2002; Мирошникова, 2010).

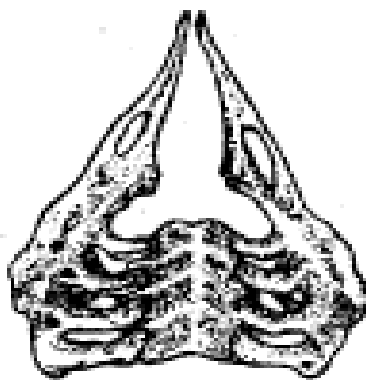


Рисунок 44 – Глоточные зубы белого толстолобика

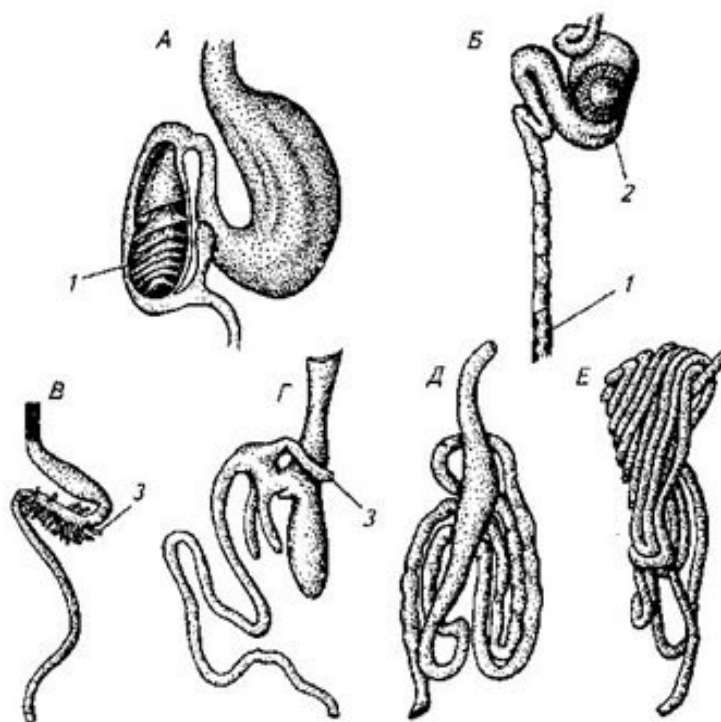
Питание белого толстолобика микроводорослями также обусловлено строением жаберного аппарата. Жаберные тычинки, расположенные на жаберных дужках, очень тонкие, поставленные одна к другой, создают сетчатую пластинку. Отдельные нити жаберных тычинок соединены боковыми перемычками и образуют сплошную, мелкоячеистую сетку, ячейки которой вытянуты в одну сторону. В этих ячейках и задерживается содержащийся в воде фитопланктон. На жаберной дужке взрослого толстолобика имеется большое количество тычинок, а расстояние между ними составляет 20— 25 мкм. У сеголетков на первой жаберной дужке около 1700 тычинок, фильтрационная площадь 25 см² на 1 мм.

Каждая жаберная дужка имеет два ряда таких тычиночных сеток, которые расположены на протяжении всей твердой скелетной части дуги. Тычиночные сетки расширяются на середине и сходятся на ней к концам. Жаберная дужка, имея две сетки жаберных тычинок, стоящих под углом одна к другой, образуют как бы желобок, в каждый из которых сверху от наджаберного органа вдается складка.

Наджаберный орган — образование, расположенное в нёбной ткани под основанием черепа, имеет по 4 выступа с каждой стороны соответственно числу жаберных дуг. В полость наджаберного органа, сообщающегося с ротовой полостью, входят сетки, состоящие из жаберных тычинок. В момент захвата воды в ротовую полость жаберные дужки становятся так, что жаберные сетки, раскрывающиеся от слабого тока воды, создают сплошную зону фильтрации. Складки наджаберного органа в это время опускаются в желобки, разделяют улавливающий аппарат и не позволяют соединяться сеткам каждой жаберной дуги. Пища попадает через рот вместе с водой.

Мельчайшие водоросли проходят в фильтрующий аппарат, задерживаются в ячейках, затем благодаря усилиям и движениям складок наджаберного органа отфильтрованная пища поступает в складки между жаберными пластинками, а далее по складкам жаберных дуг проталкивается к зубам, которые сжимают пищу. Крупные водоросли и зоопланктон, не прошедшие до фильтрующего аппарата, выбрасываются обратно в воду. Пищевод белого толстолобика постепенно переходит в кишечник, не имеющий желудочного расширения и пилорических придатков.

Место соединения плавательного пузыря с кишечным трактом является разграничительной линией между пищеводом и кишечником. Длинный и относительно тонкий кишечник на всем протяжении имеет почти одинаковый диаметр, который зависит от возраста и размеров рыбы (6— 14 мм). Длина кишечника толстолобика, выращенного в условиях пруда до размеров 500 г, в 5-10 раз больше длины тела рыбы, имеет большое количество петель и занимает большую часть брюшной полости (рисунок 45).



А – скат; Б – лосось; Г – окунь; Д – карп; Е – толстолобик; 1 – спиральный клапан; 2 –
пилорическая железа; 3 – пилорические придатки

Рисунок 45 – Строение кишечника рыб (по П.А. Моисееву, 1981)

Печень расположена по обе стороны плавательного пузыря, под левой ее частью расположена селезенка, а под правой — желчный пузырь, который соединяется с кишечником коротким протоком. Желчь, вырабатываемая печенью, по сосудам поступает в желчный пузырь. Поджелудочная железа расположена в беспорядке на кишечнике, селезенке и вдоль желчных протоков вкраплениями красного цвета (Моисеев, Азизова, Куранова, 1981; Мирошникова, Лебедев, Карпова, 2011; Рыжков, 2011; Власов, 2012).

Белый толстолобик – пресноводный речно-озерный вид. Места обитания: теплые проточные реки и озера Восточной Азии от Амура и оз. Буйр-Нур в Монголии на севере до рек Южного Китая (Янцзы, Сицзян) на юге. В России распространен в среднем и нижнем течении Амура (от устья р. Кумары до устья Амгуни), в том числе в крупных озерах – Орель, Катар, Болонь. Встречается в Сунгари, низовьях Зеи, Уссури, в оз. Ханка. Недавно обнаружен на Сахалине. Как объект рыбоводства широко расселен в

странах Азии и Европы. Вселен во многие водоемы России и республик бывшего СССР: водохранилища и низовья Волги, Днепра, Днестра, Прута, Дона, Кубани, Терека, бассейн Аральского моря, оз. Балхаш и другие. В ряде водоемов отмечается естественный нерест. Как объект рыбоводства выращивается во многих и водоемах-охладителях ГРЭС, ТЭЦ, АЭС. Ареал белого толстолобика по всей территории бывшего СССР сейчас проходит по 55° с.ш., а на теплых водах и в более северных регионах (рисунок 46).

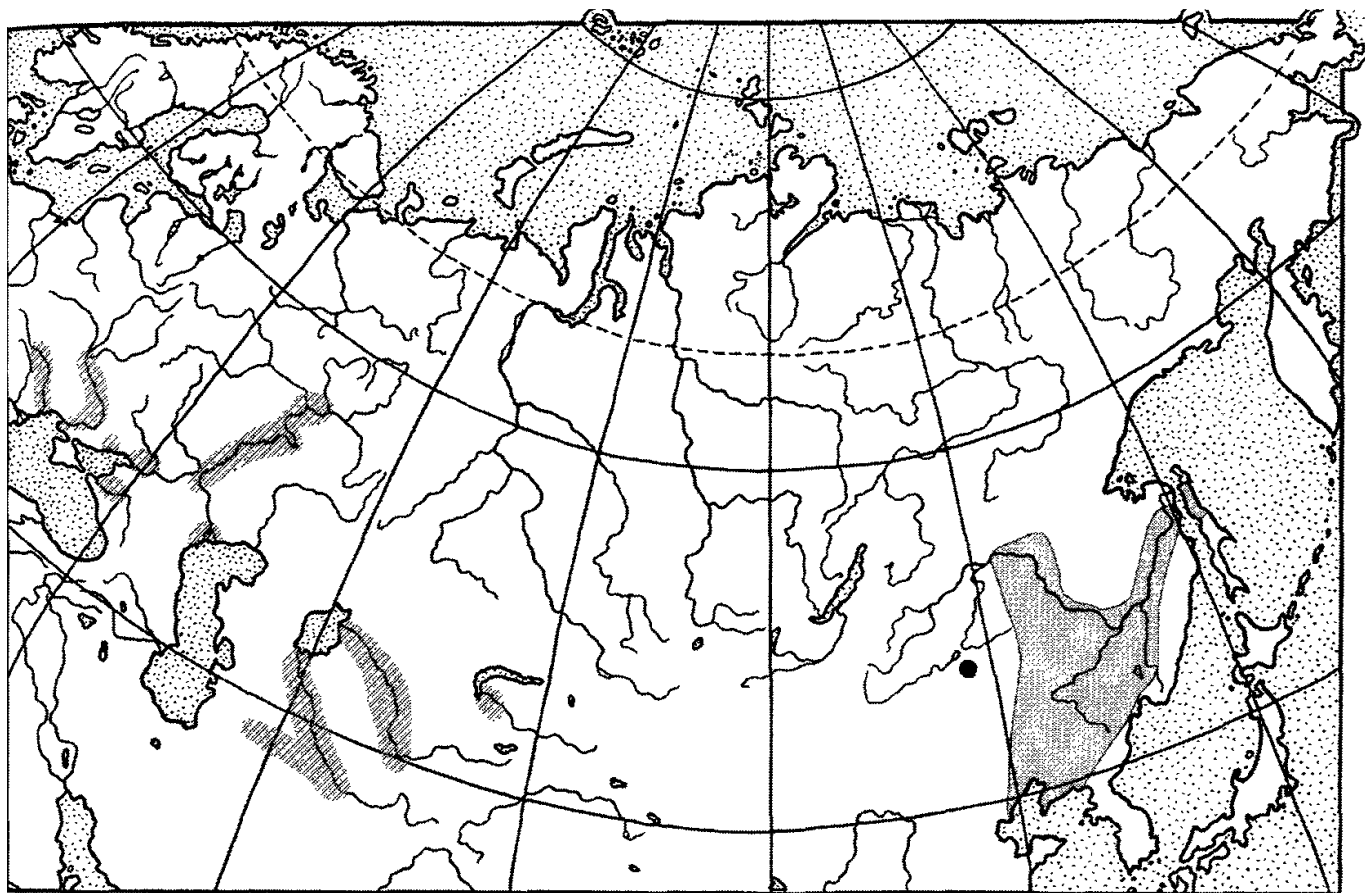


Рисунок 46 – Ареал белого толстолобика (по Ю.С. Решетникову, 2002)

Белый толстолобик – пелагическая рыба, питается в течение всей жизни (кроме ранних этапов) фитопланктоном (диатомовые, зеленые, синезеленые водоросли). В летний период нагуливается в основном в притоках Амура и озерах. На зиму перемещается в русло Амура, где залегает на ямах. Половая зрелость в

возрасте 2-8 лет в зависимости от географической широты водоема. Самцы созревают на год раньше самок. Нерестится белый толстолобик при резких подъемах уровня воды. Икра пелагическая. Время нереста – начало июня-середина июля. Плодовитость около 500 тыс. икринок. Икринки совершенно прозрачные, их диаметр с оболочкой от 3,5 до 4,5 мм. Нерест порционный при температуре воды 23-25 °С. Развитие продолжается около 2 суток.

Вылупившиеся предличинки имеют длину 5 мм. Личиночный период наступает в возрасте 7 суток при длине 6-8 мм. Личинки питаются зоопланктоном. Достигнув 5-10 см, молодь переходит на фитопланктон, кишечник увеличивается в 6-10 раз по сравнению с длиной тела. При недостаточном количестве водорослей потребляет детрит. Конкуренции в питании с карпом и другими видами в поликультуре практически нет. При совместном выращивании белого толстолобика с карпом прослеживается их взаимное положительное влияние (Решетников, 2002; Привезенцев, 2007; Мирошникова, Пономарев, 2013).

3.3 Пестрый толстолобик

Пестрый толстолобик (*Aristichthys nobilis* Richardson, 1846) по форме тела похож на белого толстолобика (рисунок 47). У пестрого толстолобика более крупная широкая заостренная голова, глаза маленькие, посажены шире. Голова занимает примерно 1/3 всей длины тела. Тело менее высокое, вытянутое, выпуклое сверху и сжатое с боков. Грудные и брюшные плавники, хвостовой стебель более длинные (Решетников, 2002).

Окраска значительно темнее, темно-зеленоватая, по бокам тела у взрослых рыб темные пятна, низ головы и брюхо светлые. Молодь имеет золотистые бока. Киль на брюхе расположен только между брюшными плавниками и анальным отверстием. Длинные и тонкие жаберные тычинки не срастаются между собой и не образуют такого мощного цедильного аппарата, как у белого толстолобика, их число 240-300. Чешуя мелкая, в боковой линии 92-120 чешуй. Спинной плавник с 10,

анальный с 15-17 лучами, первые 3 луча слегка окостеневшие. Однорядные глоточные зубы 4-4 (рисунок 48) (Привезенцев, 2007).



Рисунок 47 – Пестрый толстолобик

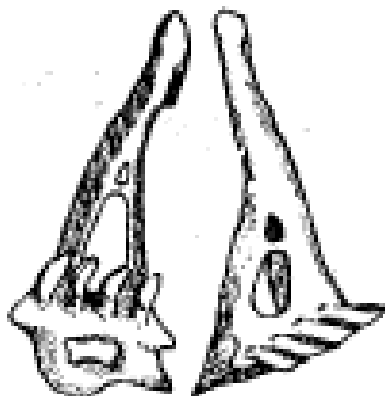


Рисунок 48 – Глоточные зубы пестрого толстолобика

Пестрый толстолобик – пресноводная рыба, китайский вид. Естественные места обитания – теплые глубоководные реки и озера Центрального и Южного Китая (в основном р. Янцзы). В бассейн Амура попал в конце 1950-х годов из китайских рыбхозов, расположенных в бассейне Сунгари, в результате катастрофических наводнений. Впоследствии широко распространился по Амуру, где встречается от Благовещенска до Амурского лимана, есть в Уссури и оз. Ханка.

В небольших количествах встречается в низовьях Зеи и Амгуни. Акклиматизирован в европейской части бывшего СССР и других странах (дельта и водохранилища Волги, низовья и водохранилища Днепра, Прут, Днестр, Кубань, Дон, Терек, Амударья, Сырдарья, Балхаш-Илийский бассейн и др.). В Тереке, Кубани, Днестре, Амударье, Сырдарье размножается. Ареал пестрого толстолобика в европейской части доходит примерно до 55° с.ш. Как объект тепловодной аквакультуры на сбросных водах ГРЭС, АЭС, ТЭЦ выращивается значительно севернее (рисунок 49).

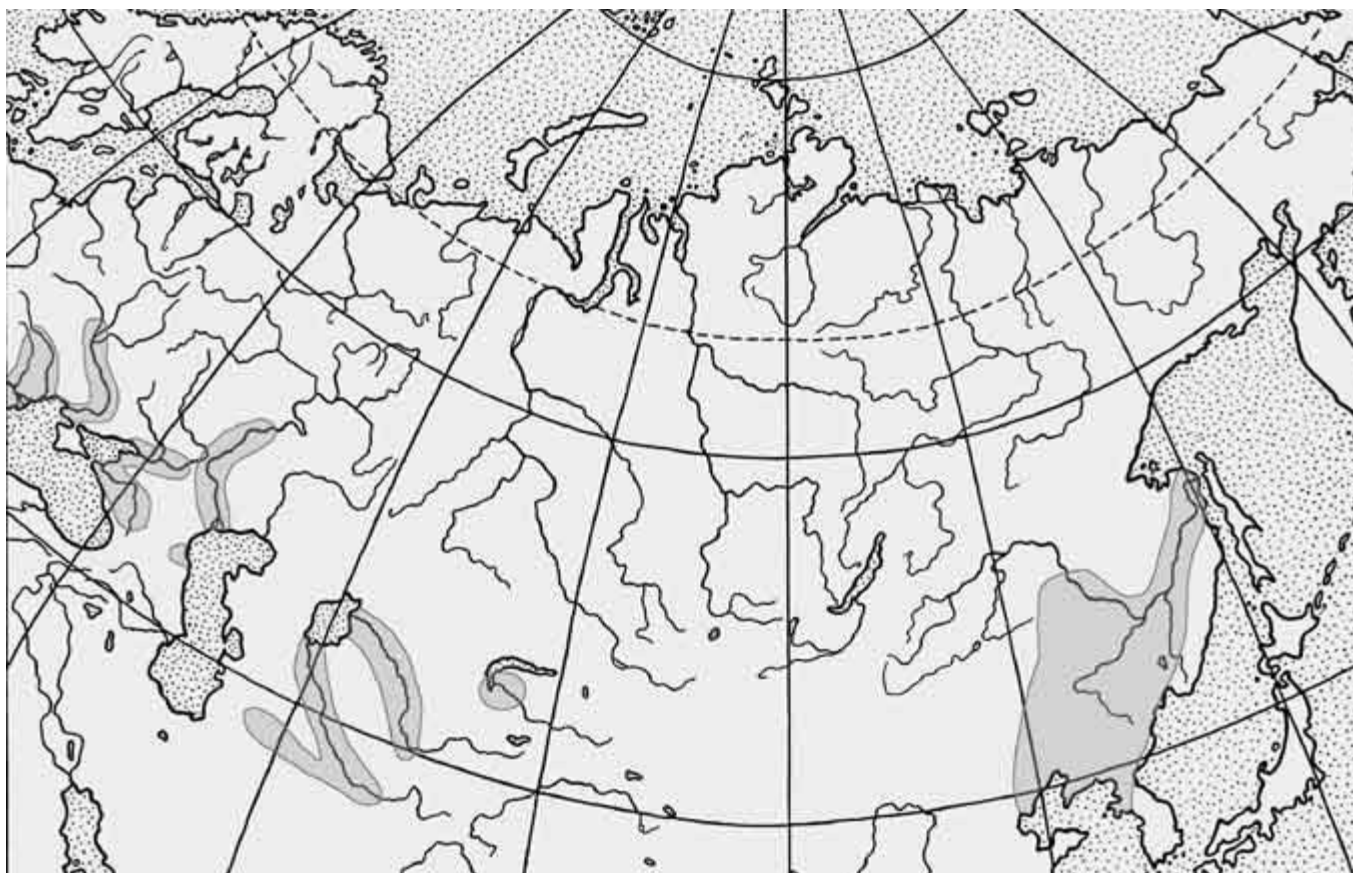


Рисунок 49 – Ареал пестрого толстолобика (по Ю.С. Решетникову, 2002)

Пестрый толстолобик — крупная и сильная рыба, до 146 см длиной и массой до 32 кг. По образу жизни имеет много общего с белым толстолобиком, но более теплолюбив. Оптимум температуры, при которой наблюдается наиболее интенсивный рост, находится выше 20° С. При наличии благоприятных кормовых условий растет быстро, опережая по темпу белого толстолобика.

Пестрый толстолобик в отличие от родственных видов, питающихся зоопланктоном только в начале жизни, делает это в течение всей жизни. Кишечник взрослой рыбы в 4-5 раз превышает длину тела.

Созревает на 2— 8-м году жизни (в зависимости от географической широты водоема). Плодовитость около 500 тыс. икринок, но отдельные особи дают до 1 млн. икринок и более. Нерест проходит так же, как и у белых толстолобиков в местах стыка струй или течений воды за песчаными косами при температуре 20— 25° С, в конце мая. Оптимальная температура для развития икры 17,5 – 31 ° С. Икра придонно-пелагическая, выметывается несколькими порциями.

Пестрый толстолобик – это ценная промысловая рыба. Качество мяса выше, чем у белого толстолобика. Перспективный объект акклиматизации, прудового и тепловодного выращивания. В товарном рыбоводстве широко используют гибриды между толстолобиками. Гибриды обладают хорошим темпом роста и высокой выживаемостью (Васильева, 1999; Решетников, 2002; Мирошникова, 2010, 2011; Власов, 2012).

3.4 Белый амур

Белый амур (*Ctenopharyngodon idella Valenciennes, 1844*) - это быстрорастущая рыба, питается высшей водной растительностью, обладает вкусным мясом (рисунок 50).

У белого амура тело вытянутое, напоминающее голавля, вальковатое, с тупым рылом, имеющим углубление между ноздрями, не сжатое с боков. Рот полунижний, без усиков. Лоб очень широкий. Линия брюшка слегка закруглена. Чешуя средней величины, в боковой линии 37-47 чешуй. Под боковой линией 5 рядов чешуй. Хвостовой плавник с 10, анальный с 11 лучами, первые 3 луча неветвистые. Начало закругленного спинного плавника несколько впереди основания брюшных плавников. Крышечная кость с радиальными полосками.



Рисунок 50 – Белый амур

Глоточные зубы двухрядные (1)2.(4)5-5(4).2, венчики их сильно сжаты с боков и бока резко складчатые, на жевательной поверхности продольная борозда. Жаберные тычинки короткие, редкие, число их около 12. Боковая линия идет посередине хвостового стебля. Брюшина бурая, почти черная. Окраска: спина от темно-зеленого цвета до зелено-черного, бока более светлые, зеленоватые, с едва заметным золотистым отливом. Брюшко беловатое. Чешуя с темным ободком по краю. Спинной и хвостовой плавники темные, остальные плавники светлые (Мирошникова, Лебедев, Карпова, 2011; Мирошникова, 2011).

Белый амур – обитатель спокойных глубоких рек и озер Восточной Азии от Амура на юг до Сицзяна. В России встречается в среднем и нижнем течении Амура, в устье Сунгари, Уссури, оз. Ханка. Широко интродуцирован в водоемы Европы, Азии и Северной Америки как объект рыбоводства. С целью акклиматизации в 1960-1970-е годы выпускался во многие водоемы России и республик бывшего СССР (системы Днепра, Дона, Волги, Кубани, Урала, Амударьи, Сырдарьи, на Сахалине), в некоторых из них размножается. На теплых водах ТЭЦ, ГРЭС, АЭС встречается севернее 45° с.ш. (рисунок 51).

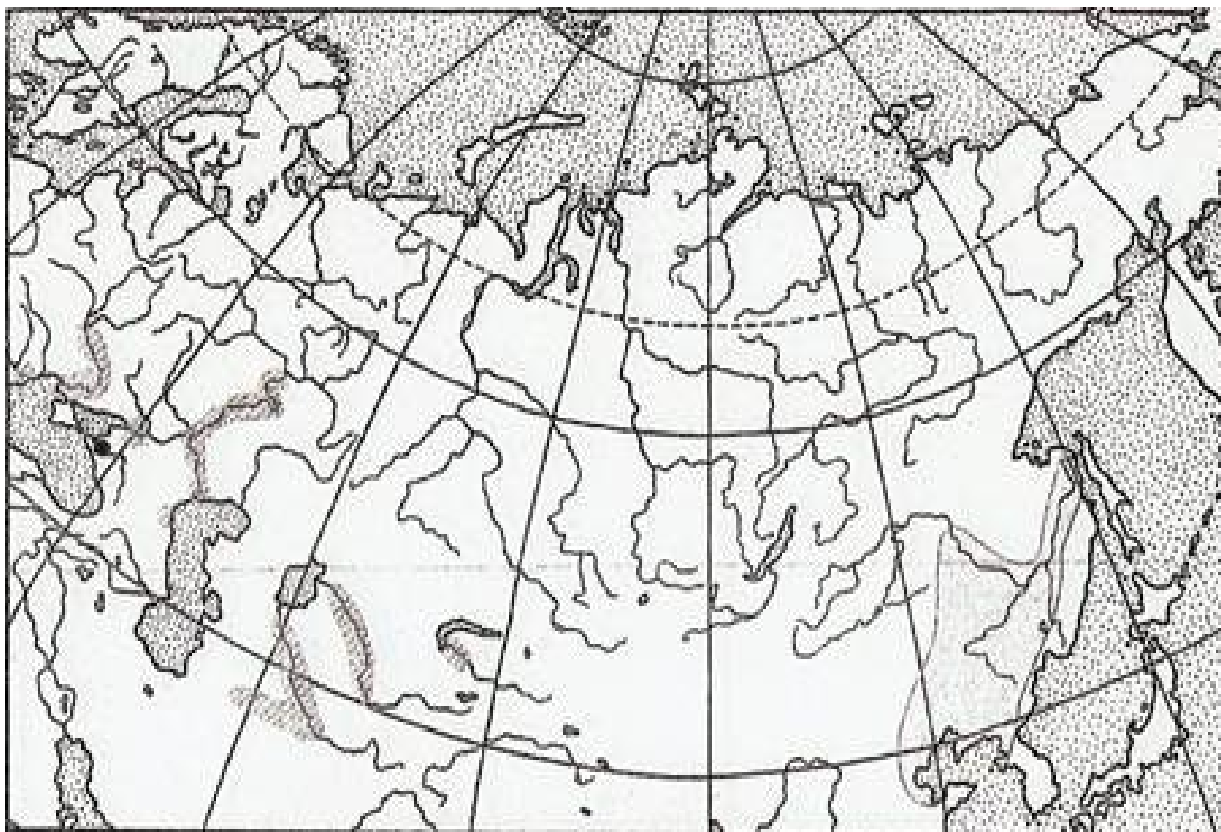


Рисунок 51 – Ареал белого амура (по Ю.С. Решетникову, 2002)

Длина тела белого амура до 1,2 м, масса до 32 кг. Совершает сезонные миграции, в летний период нагуливается в притоках, на зиму выходит в русла рек, держится на ямах. Белый амур является узким стенофагом, питается в основном высшей водной и околоводной растительностью, перетирая ее зазубренными глоточными зубами. Мальки питаются сначала планктоном и личинками хирономид, достигнув 6-10 см, переходят на растительную пищу, их кишечник удлиняется, и его длина в 2-2,5 раза превышает длину тела. Созревает в возрасте 2-9 лет, самцы на 1-2 года раньше. Плодовитость в среднем 800 тыс. икринок. Икрометание происходит у галечного грунта при быстром течении в июне-июле в поверхностных слоях воды порциями. Икра пелагическая, крупная, диаметр 5-6 мм, прозрачная. В реке икра находится во взвешенном состоянии, движется вместе с водой по течению и в таком положении развивается. Период развития икринок 32-40 часов при 27-29 °С. Вышедшие из икры личинки так же развиваются в текущей воде, а через некоторое время попадают в заводи, мелководья, где интенсивно питаются и

растут. Рассасывание желточного мешка происходит в течение 5-6 дней, на экзогенное питание личинки переходят в 15-дневном возрасте (Решетников, 2002; Привезенцев, 2007).

Как пищевой продукт белый амур представляет большую ценность: его мясо содержит от 5,2 % до 6,7 % жира. Наряду с карпом он является одним из важнейших объектов прудового рыбоводства, особенно в поликультуре с другими растительноядными рыбами. Белый амур, как биологический мелиоратор, в течение двух-трех лет полностью подавляет рост высшей водной растительности в пруду, особенно при повышенных плотностях посадки в южных районах страны. Это снижает возможность создания условий к получению плановых показателей по рыбопродуктивности карпа, что вынуждает рыбоводов к осторожности в вопросе совместного выращивания этих двух рыб, тем более, что при отсутствии растительности он переходит на питание комбикормами, в оплате которых значительно уступает карпу. Однако он является ценным биологическим мелиоратором в оросительных, ирригационных системах, каналах, водохранилищах и т.д. Его влияние на высшую водную растительность настолько велико, что при создании определенной плотности на единицу площади зарастания, он полностью уничтожает всю растительность (Мирошникова, Пономарев, 2013).

4 Технические особенности садковых хозяйств

Садковое рыбоводство — одна из перспективных и экономически выгодных форм индустриального выращивания рыбы, базирующихся на принципах создания оптимальных условий выращивания рыбы при высокой плотности посадки. При садковом содержании рыбу выращивают не во всем водоеме, а в отдельной огороженной его части, которая называется садками.

Садками могут являться различные сооружения: дель, натянутая на колья или любой другой каркас, деревянные плавучие решетчатые ящики, сетчатые металлические или пластмассовые емкости и другие. Садки устанавливают в проточном или непроточном водоеме.

Садки располагают в самом водоеме, а на берегу строят только вспомогательные сооружения: склады, жилые дома и т.д. Садковое рыбоводство имеет свои преимущества по сравнению с классическим прудовым. Одно из них заключается в том, что садковые хозяйства могут располагаться непосредственно в водоемах, в том числе комплексного назначения, и занимать только часть их, что позволяет использовать водные ресурсы не только для рыбоводства, но и для других отраслей. Другим преимуществом является то, что для садковых хозяйств не требуется изъятия значительных площадей земли из сельскохозяйственного оборота, как в прудовых хозяйствах.

Садковый метод выращивания позволяет использовать практически любой водоем, в том числе и комплексного назначения. Производство молоди и товарной рыбы в садках не требует значительных капитальных затрат.

В отличие от бассейновых хозяйств при выращивании рыбы в садках не требуется принудительного водообмена и расхода энергии на перекачку воды. В садках за счет волнового перемешивания и движения рыбы создается пассивный водообмен, не требующий затрат труда и средств.

Садковые рыбоводные хозяйства на озерах и водохранилищах позволяют использовать часть кормовых ресурсов водоемов. Вокруг садков создается зона с более высокой Концентрацией зоопланктона, фитопланктона, бентоса, дикой рыбы,

которые привлекаются остатками комбикормов и экскрементов, вымываемыми через отверстия в капроновой дели. Часть из них с током воды может попадать и в садки. Садковые хозяйства могут располагаться и зачастую располагаются вблизи или даже на территории населенных пунктов. Это позволяет получать некоторые преимущества, выражающиеся в наличии подъездных путей, обеспеченности рабочей силой, использовании готовых коммуникаций (линий электропередачи, водопровода, газопровода и т. д.). Но наряду с преимуществами выращивание рыбы в садках имеет и свои отрицательные стороны. Главная из них — это эвтрофикация — загрязнение водоема органическим веществом. Плотные посадки рыбы и интенсивное кормление приводят к прогрессирующей эвтрофикации водоема.

Чтобы этого не происходило, следует неукоснительно соблюдать главное правило: площадь садков в водоеме не должна превышать 0,1 % от площади всего водоема. Кроме того, рациональное кормление рыбы, использование эффективных рецептур кормов и способов кормления, о которых было уже рассказано, применение известкования, подсадки добавочных видов рыб, где это возможно, снижают отрицательное влияние садковых хозяйств на водоем. Однако даже если выполняются все вышеперечисленные меры, все равно количество органического вещества в водоеме возрастает. Вот почему не рекомендуется организовывать садковые хозяйства на водоемах, используемых в качестве источников питьевой воды для населения.

Основными требованиями к сетной части садка (дели) являются их прочность, долговечность, фильтрационные способности, проточность, простота в обслуживании.

Форма садков определяется климатическими условиями региона, характеристикой водоема, а также видами выращиваемых рыб.

В хорошо проницаемых садках из капроновой дели, даже при плотных посадках рыбы, создается такой же физико-химический режим, как и в водоемах, в которых они установлены. Это дает возможность подбирать для разных видов рыб водоемы с благоприятными для них температурным и гидрохимическим режимами.

Садки устанавливают в местах с наибольшими глубинами. Основными показателями, определяющими пригодность водоема для садкового выращивания рыб, являются его гидрохимические характеристики, удобство подъезда, возможность электроснабжения, наличие площадей для береговых сооружений.

Грунты в местах установки садков должны быть плотными, лучше песчано-каменистыми. Оптимальная проточность 0,1-0,5 м/с.

В садковых сооружениях следует по возможности исключить неблагоприятные факторы, в первую очередь снижение уровня кислорода вследствие цветения и разложения фитопланктона, обрастание садков и нарушение водообмена, кратковременное повышение температуры воды используя аэрационные установки. Можно применять технические средства для подъема воды из глубинных слоев в летний период для снижения температуры воды.

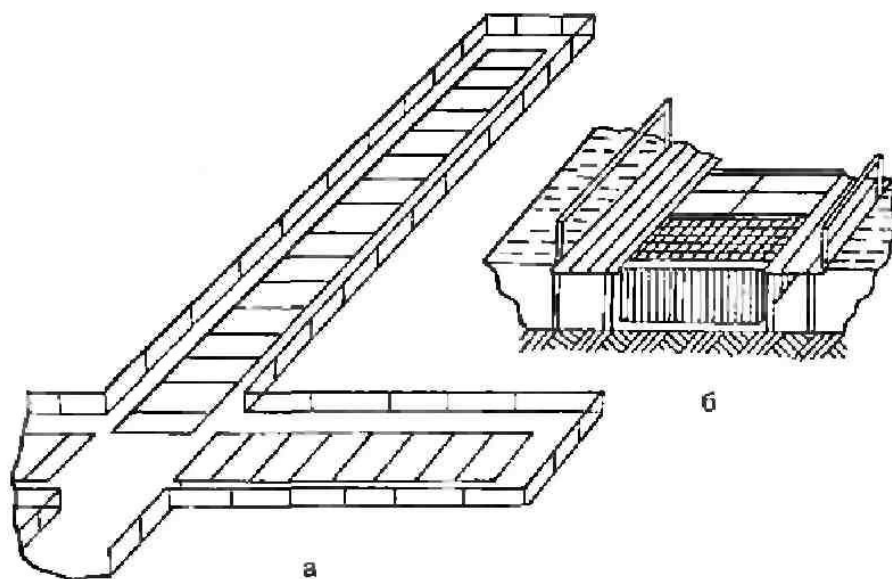
Если хозяйство полносистемное, то в садках содержат круглый год и производителей, и ремонтное поголовье, доращивают сеголеток, проводят зимовку, выращивают товарную рыбу. Если хозяйство товарное, то в садках выращивают только товарную рыбу из приобретенного на стороне посадочного материала.

Выращивание рыбы в условиях морских и пресноводных садковых хозяйств проводится в садках. Все существующие типы садков для выращивания рыбы можно разделить на две группы: стационарные и плавучие.

Стационарные садки применяют в озерно-речных системах с постоянным уровнем воды (рисунок 52).

В водоеме устанавливают свайную эстакаду с гнездами в центральной части для размещения садков. В гнездах помещают садки. В каждое гнездо поперек эстакады устанавливают садок, имеющий форму параллелепипеда. Они имеют жесткий каркас, выполненный из дерева, металла и обтянутый капроновой делью. Садок может не иметь каркаса. В этом случае он представляет собой делевый мешок в форме параллелепипеда. Верхние углы мешка закрепляют на эстакаде над поверхностью воды. К нижним углам привязывают груз. Таким образом, садок сохраняет прямоугольную форму. Простейший стационарный садок может быть выполнен в виде

делового мешка, растянутого на кольях, забитых в дно реки или пруда. Подход к нему осуществляет по мостику, проложенному с берега (рисунок 53).



а — общий вид; б — установка садков на сваях

Рисунок 52 - Стационарные садки



Рисунок 53 – Садковое хозяйство, оборудованное стационарными садками

При выращивании рыбы в зимний период садки сверху закрывают листами фанеры, что при плотных посадках рыбы исключает замерзание воды внутри садка.

Стационарные садки могут размещаться как параллельно, так и перпендикулярно берегу. Длина садковой линии и ее конфигурация обуславливаются особенностями водоема. Стационарные садки обладают рядом недостатков: высокие затраты при монтаже и ремонте, незначительные глубины, требуемые для свайного основания садков.

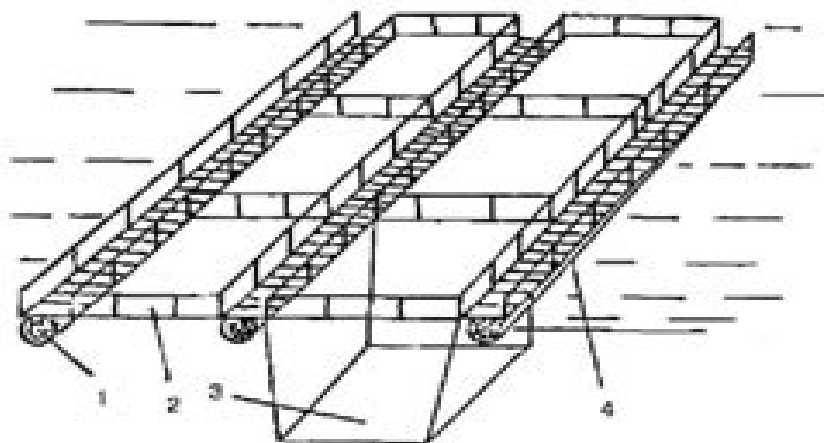
Наряду со стационарными садками во всем мире создаются различные конструкции плавучих садков. Их можно устанавливать в водоемах с переменным уровнем воды, в том числе и в прибрежной зоне морей с приливами и отливами. Такие садки не обсыхают и легко перемещаются с места на место (рисунок 54).



Рисунок 54 – Плавучие садки

Плавучие садки бывают трех типов: на понтонах, секционные и плавучие автономные разборные садки.

Использование садков на понтонах обеспечивает постоянную связь с берегом, предотвращает их обсыхание, позволяет перемещать их в любое место водоема. По понтонам проходят дорожки, с которых осуществляется обслуживание садков. Понтонные садки, как правило, мало приспособлены для эксплуатации в замерзающих водоемах, так как вмерзание понтонов и сетчатого материала в лед может привести к их разрушению. Поэтому понтонные садки обычно используют на теплых водах и незамерзающих участках морей (рисунок 55).



1 — стальная труба; 2 — металлическая рама; 3 — садок; 4 — мостик

Рисунок 55 – Понтонные садки

Промышленные садки изготавливают секциями на шести штук. Понтон, «поддерживающий на плаву секцию, состоит из заваренных с торцов герметичных стальных труб разного диаметра, соединенных металлическими конструкциями. Вдоль проходят мостики — настилы.

Садки могут быть изготовлены из дели, пластмассовых и металлических сеток. В конструировании понтонных садков отмечается тенденция к переходу на облегченные конструкции: понтоны используются для центральных дорожек, а

рамы самих садков делают из тонких дюралюминиевых труб. При этом увеличиваются размеры садков и уменьшаются размеры секций (рисунок 56).

Существуют разнообразные модификации понтонных садков. Так, в водосбросных каналах электростанций на понтонном настиле размещают небольшие по размеру садки в форме параллелепипеда из металлической сетки.

Применяют также отдельные понтонные садки из капроновой дели на металлической раме. Такие садки конструкции ВНИРО используются для установки в морях. В других случаях понтонное сооружение используют как плот для размещения подводных садков. Подводные садки для выращивания сиговых рыб часто оборудуют электросветом.



Рисунок 56 – Конструкция понтонных садков

Размеры садков могут быть различными, чаще 4 х 3 х 3 м. Размер ячеек от 5 до 20 мм в зависимости от массы выращиваемой рыбы. Понтонные садки обычно устанавливают в водоемах площадью от 50 до 1000 га в местах, где глубина не менее 4-5 м. Расстояние от берега — от 5 до 20 м. Желательно, чтобы в месте установки садковых линий была небольшая проточность. Оптимальным считается скорость потока воды 0,5-1,0 м/с (рисунок 57).

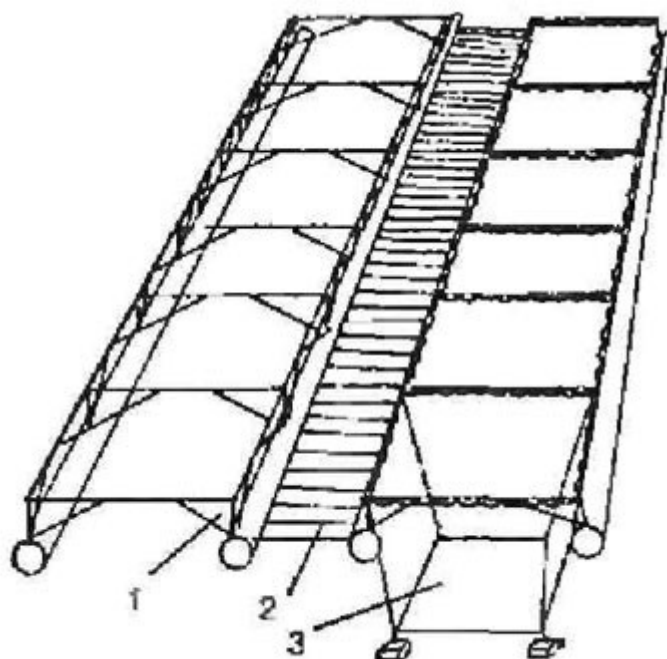


Рисунок 57 – Понтонный садок

Ко второй группе относятся секционные садки, зарыбление и облов которых проводят или с берега, или на причале (рисунок 58). Кормят рыбу с лодок. Садковые линии секционных садков представляют собой ряд из шести с каждой стороны соединенных металлических каркасов, обтянутых делью, между которыми проходит мостик для обслуживания. Плавучесть обеспечивается герметичными трубами диаметром 300-1000 мм.

Секционные разборные садки из дюралюминия с мостиками и без мостиков представляют собой переходную модель между понтонными и плавучими автономными разборными садками. Плавучесть секции, состоящей из 6 садков, создается за счет дюралюминиевых герметичных труб диаметром 300-1000 мм.

Между двумя параллельными секциями устанавливают настил для обслуживания садков.



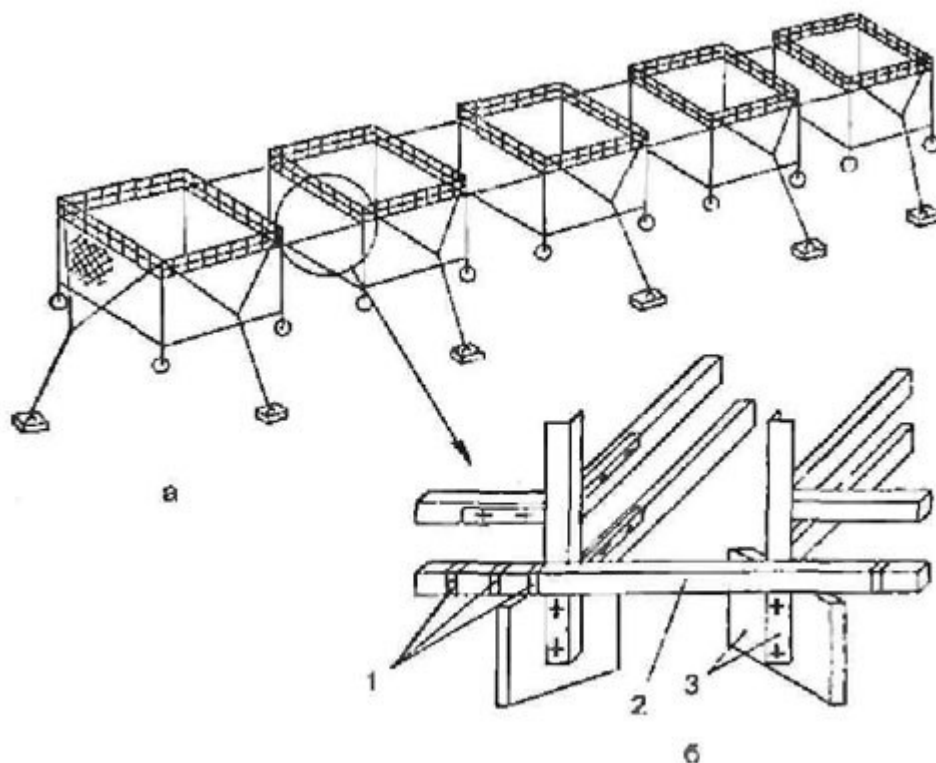
1 — рама; 2 — мостик; 3 — садок

Рисунок 58 - Секционные садки

К третьей группе относятся плавучие автономные разборные садки, сокращенно ПАРС (рисунок 59). Они состоят из облегченного каркаса, выполненного из дерева, пластмассы или металла, и капроновой дели. Обслуживают их с лодок. Размер садков 6 х 6 х 3 м. Устанавливают их в водоеме, по отдельности на расстоянии 10-20 м друг от друга и 50-70 м от берега. Летом используют садки летнего типа, зимой — зимнего, погружаемые под лед. Зимние садки предназначены для зимовки посадочного материала, а также производителей и ремонта. В отличие от летних зимние садки плотно закрывают сверху, так как весь садок помещают под воду на глубину, исключая его соприкосновение со льдом.

Процесс выращивания рыбы в них не зависит от колебаний уровня воды в водоеме, садки не обсыхают и легко перемещаются с места на место. К недостаткам таких садков следует отнести то, что их обслуживание производится с лодок, а это затрудняет доступ к ним во время плохой погоды. Кроме того, невозможно

обслуживание ПАРС осенью во время ледостава и весной во время распадаения льда. Такие садки используют на водохранилищах, в отдельных случаях — в озерах Карелии, Северо-Запада, Прибалтики.



а — общий вид; б — крепление рвм. садков между собой: 1 — хомут; 2 — скрепляющий садки брус; 3 — угол рамы садка

Рисунок 59 - Установка ПАРС в водоеме

ПАРС с облегченной рамой эксплуатируют в водоемах с любой ледовой обстановкой. При этом в период открытой воды применяют летний тип садков. На зимовку рыбу пересаживают в специальные зимние садки, погружаемые под лед.

По целевому назначению рыбоводные садки можно разделить на нагульные, выростные, мальковые, личиночные, нерестовые и зимние. Конструктивные особенности их обусловлены спецификой выращиваемых рыб и условий среды. В различных садковых хозяйствах, кроме однолетних товарных, обычно используют садки нескольких категорий.

Нагульные садки предназначены для выращивания товарной рыбы, ремонта и производителей, а также сеголетков. Различают нагульные садки для выращивания рыб, поедающих корм в толще воды (радужная форель, сиги, карп и др.) и для рыб, поедающих корм со дна и стенок садков (стерлядь, бестер, осетр и др.).

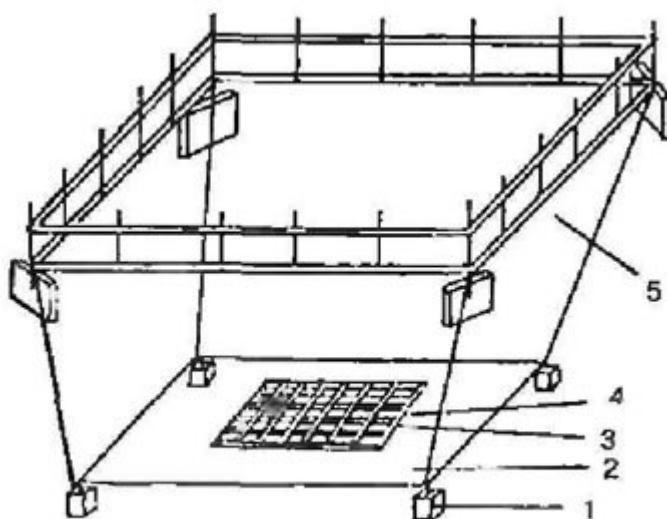
Наиболее экономичными в смысле расхода дели и удобными в обслуживании являются нагульные садки для рыб, поедающих корм в толще воды, размером 6,0 х 6,0 м глубиной 3 м. В толще воды форма садка (параллелепипед) достигается путем подвешивания четырех грузов на углах дна садка.

Рамы садков можно разбирать на 4 секции (по числу сторон). Садки в водоеме можно располагать отдельно или устанавливать в ряд по 10-20 шт. Крепят садки между собой деревянными рейками. Расстояние между садками (примерно 1,5-2 м) должно быть достаточным для прохождения лодки, что необходимо при различных работах на садках.

Нагульный садок для рыб, поедающих корм со дна, изготавливают из комбинированного капронового материала: стенки — из дели с ячейей 3,6-6,5 мм, дно — из сита № 7-10. Дно садка имеет небольшой уклон к центру. В центре имеется вставка («окно») размером 2 х 2 м из капроновой дели 3,6-6,5 мм (рисунок 60).

Во всех перечисленных садках рама может иметь различные модификации. Она может быть выполнена как из дерева, так и из полиэтиленовых, дюралюминиевых труб и других материалов. Штормоустойчивость нагульных плавучих автономных разборных садков возрастает при уменьшении размеров рам, а также при изготовлении плоских рам.

Для рыб, которым необходим воздух для наполнения плавательного пузыря, применяются полупогруженные садки. В полупогруженных нагульных садках на поверхности воды находится лишь небольшого размера круглая рама (диаметр 1-1,5 м) из полиэтиленовых или дюралюминиевых труб или квадратная деревянная размером 1,5 х 1,5 м. Сверху садок закрывают крышкой из капроновой дели.



1 — груз; 2 — дно из сита; 3 — окно; 4 — вставка из дели; 5 — стенка садка из дели

Рисунок 60 - Нагульный садок для донных рыб (осетровых)

К этому же типу садков можно отнести и зимние садки с вентиляционными устройствами, в которых также можно производить выращивание рыбы и которые устойчивы к волнобою. Для закрытопузырных рыб (которым не нужно подниматься к поверхности воды) применяют садки с плоскими рамами. В садках с плоскими рамами, плавающими на поверхности воды, раму изготавливают из деревянных реек, скрепленных по углам металлическими угольниками.

Размер рамы может быть различен, но не должен превышать 6 х 6 м. Сами садки имеют делевую крышку с рукавом. Глубина садков определяется глубиной водоемов и может достигать 6-10 м. Корм вносят на крышку садка с таким расчетом, чтобы он проваливался через редкочейную дель, или задают корм через рукав. Выростные садки по размерам и конструкции сходны с нагульными, отличаются лишь более частой делью — 3,6-4 мм.

Мальковые садки изготавливают из капроновой дели с ячейкой 3,6-4,0 мм. Они предназначены для подращивания молоди массой 200-500 мг до пересадки в выростные садки (масса 4-5 г). В таких садках молодь выращивают в жаркий летний период. Мальковые садки должны быть небольшими по размеру, так как наиболее

эффективным способом профилактики паразитарных заболеваний является периодическое осушение садков (без пересадки рыбы), а это проще проводить в небольших садках.

По конструкции мальковые садки мало отличаются от нагульных. Садкам на деревянных и металлических рамах целесообразно придавать форму прямоугольника со сторонами размером 2 х 6 м. В садках с периодическим осушением рама не касается воды, так как размещена на двух полиэтиленовых трубах. Трубы герметично закрывают и подвижно закрепляют, чтобы они могли вращаться вокруг своей оси. Сетную часть садка осушают по частям без пересадки рыбы.

Круглые мальковые садки с рамой из полиэтиленовых труб должны иметь диаметр не более 3-4 м. Раму осушают путем подкладывания под нее на воду листов пенопласта, садок — вытаскиванием полотна на стойки (рисунок 61).

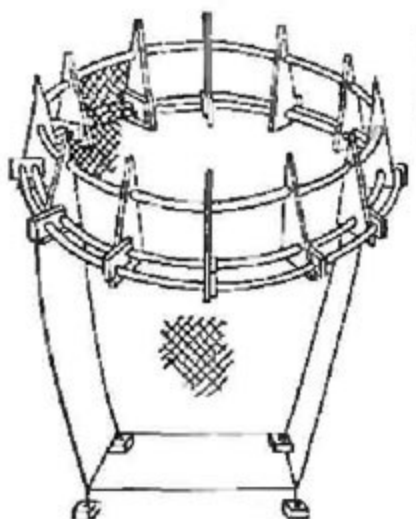


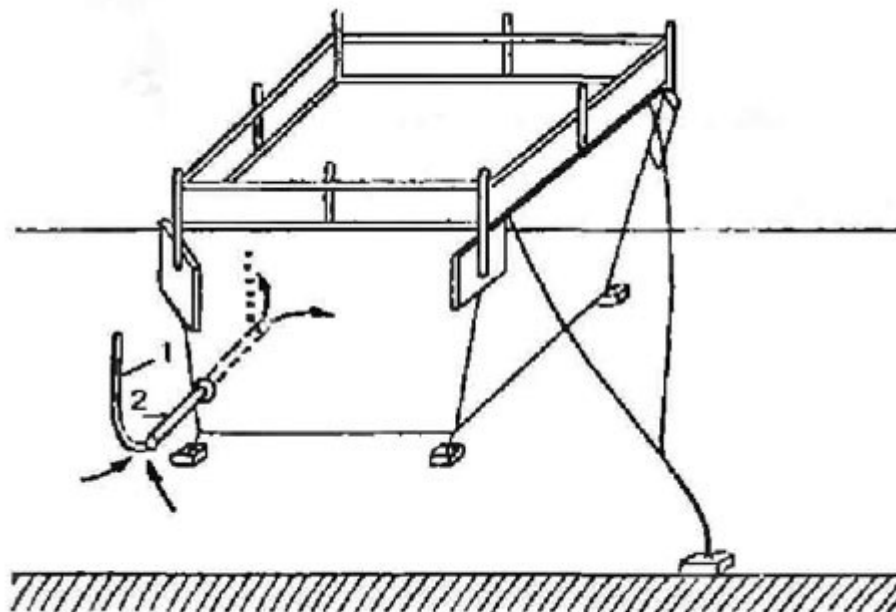
Рисунок 61 – Мальковые садки

Периодически осушаемый мальковый садок для сиговых рыб может быть устроен по типу зимовального садка на объемной раме. Размер садка не должен превышать 3 х 1 х 1 м. В воде находится лишь 1/2 часть садка. При вращении садка на 180 градусов просушенная часть погружается в воду.

Мальковые садки могут быть снабжены рядом приспособлений. Например, для привлечения в садки живого корма (зоопланктона, воздушных насекомых) применяют электролампы, размещенные над водой или в воде, при этом в садках можно использовать электроток напряжением от 12 до 36 В. Отражатели света с электролампами для воздушного освещения могут быть смонтированы на рамах садка. При погружении электроламп в воду кабель, патрон и лампа должны быть тщательно загерметизированы.

В мальковых садках можно использовать приспособление для обработки рыбы. Для этого к торцевой стене прямоугольного садка с наружной стороны подтягивают полиэтиленовую пленку. Заболевшую молодь концентрируют в этой части садка и обрабатывают химическими препаратами. Можно также подвести отрезок полиэтиленовой пленки под часть садка, где сконцентрирована рыба. В образовавшейся таким образом «ванне» проводят обработку молоди рыб.

Личиночные садки предназначены для личинок до массы 200-500 мг, которые удерживаются капроновой делью с ячейей 3,6-4 мм. Личиночные садки изготовляют из капронового сита №7-17. Рекомендуемый размер прямоугольных рам 2-6 м. Они могут быть как с принудительным водообменом, так и без него. В садках без принудительного водообмена личинок и мальков рыб выращивают при разреженной посадке: 100-200 шт./м. Связано это с тем, что капроновое сито в условиях водоема быстро заиляется и покрывается биологическими обрастаниями, что приводит к уменьшению водообмена между садком и водоемом. Садки с принудительным водообменом могут иметь меньшие размеры (рама 2х2 м). Плотность посадки личинок и мальков может достигать 20 тыс. шт./м³. Принудительный водообмен создается за счет эрлифта. Для борьбы с паразитарными заболеваниями в конструкциях личиночных садков может быть предусмотрено периодическое осушение (рисунок 62).



1 — воздуховод; 2 — эрлифтное приспособление

Рисунок 62 - Личиночный садок

Нерестовые садки предназначены для нереста фитофильных рыб. Их изготавливают из капроновой дели с яче-5,6-6,5 мм. Внутри садков помещают нерестовый субстрат. Размер нерестового садка для одной пары рыб может 11,5 x 1,5 м. На одной плавучей раме размером 6 x 1,5 м может быть размещено 4 нерестовых садка. Зимние садки предназначены для зимовки посадочного материала, ремонта и производителей. В отличие от летних, зимние садки должны быть сверху плотно закрытыми, так как они полностью погружаются в воду на глубину, исключая вмерзание их в лед. Для рыб, которые заполняют плавательный пузырь газом секреторно, применяют зимние садки без вентиляционных устройств. Для рыб, которые периодически всплывают на поверхность воды для заглатывания воздуха, применяют зимние садки с вентиляционными устройствами (так называемыми фонарями).

Зимние подледные садки без фонарей могут располагаться на объемной или на плоской раме. Размер рам не должен превышать 3 x 3 м. Глубина садка может

быть различной и зависит в основном от глубины и кислородного режима водоема. Садок на объемной раме представляет собой жесткий каркас из деревянных реек и дюралюминиевых угольников, внутри которого туго натянута капроновая дель. Оптимальный размер садка 3 x 3 x 1 м (рисунок 63).

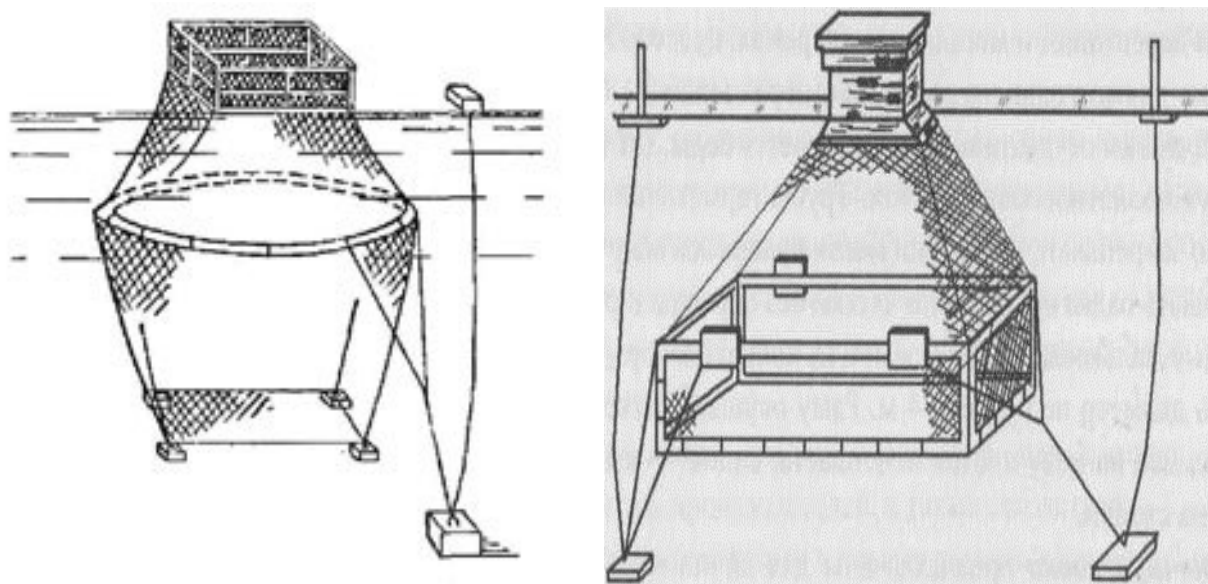


Рисунок 63 – Подлёдные садки

Каждый подледный садок имеет рукав из капроновой дели, через который его зарыбляют, облавливают и проводят кормление рыбы. У зимних садков с фонарями последние вмораживают в лед. Садки могут быть с квадратными деревянными или круглыми пластмассовыми фонарями. Рама садка также может быть круглой или квадратной. Квадратная рама, в свою очередь, может быть плоской или объемной. В фонарях, закрытых сверху крышками, при постоянном движении рыбы вода обычно не замерзает.

Стационарные и понтонные садки не требуют ежегодного монтажа и разборки, так как они находятся в водоеме круглогодично. Секционные садки могут либо находиться в водоеме постоянно, либо после периода эксплуатации демонтироваться по секциям. Плавающие автономные разборные садки собирают на период рыбоводных работ и демонтируют после их завершения на рыбоводном причале.

Садки разных типов зарыбляют разными методами. На стационарных, понтонных и секционных садках посадочный материал обычно переносят вручную, используя живорыбную тару, или перевозят на тележках. Для зарыбления ПАРС садок устанавливают у рыбоводного причала, полностью его зарыбляют и затем с помощью моторных или весельных лодок транспортируют к месту установки. Облов ПАРС осуществляют в обратном порядке. При облове стационарных садков рыбу концентрируют путем подъема садка из воды, после чего его вручную транспортируют на берег. Такой же способ облова применяют на понтонных садках. Кроме этого, используют специальный плавучий садок, в который перегружают рыбу из нагульного садка, и затем подвозят к берегу. Для этих целей используют прорези. В морской аквакультуре садковые сооружения устанавливаются главным образом в прибрежных зонах морей и океанов, в местах, максимально защищенных от штормового воздействия ветра и волн.

В последние годы, в связи с расширением масштабов садкового рыбоводства, вводимыми ограничениями по плотности размещения садков в закрытых фиордах, бухтах и заливах вследствие создаваемого ими в процессе выращивания рыбы загрязнения, создаются штормоустойчивые конструкции садковых сооружений для использования в открытых морских прибрежных зонах, а также незагрязняющие море садковые сооружения из непроницаемых для материалов с частичным управлением параметрами водной среды в садках.

Фирмы-изготовители рыбоводного оборудования предлагают покупателям разнообразные конструкции садковых сооружений: от легких и дешевых садковых устройств, обслуживание которых в течение всего технологического цикла выращивания рыбы осуществляется посредством вспомогательного технического средства, до автономных, полностью механизированных садковых комплексов с различной степенью штормоустойчивости (Козлов, 2006; Пономарев, Иванов, 2009; Пономарев, Грозеску, Бахарева, 2006, 2013; Мирошникова, Пономарев, 2013).

5 Совершенствование биотехники выращивания карпа и растительноядных рыб в Ириклинском садковом хозяйстве

5.1 Биотехнология выращивания карпа и растительноядных рыб, применяемая в Ириклинском садковом хозяйстве

В 1987 году целью работы являлась отработка биотехники всех звеньев воспроизводства и товарного выращивания карпа в существующих условиях.

Помимо этого в задачу исследований входил контроль за проведением зимовки карпа и выращиванием сеголетков растительноядных рыб в прудах.

Результатом работ Уральского отделения ГосНИОРХ должны были стать рекомендации по получению и подращивание молоди карпа, по выращиванию сеголетков карпа в садках, по выращиванию сеголетков растительноядных рыб в прудах, по выращиванию товарных двухлетков карпа в садках и по проведению зимовки карпа в садках.

В сбросном канале Ириклинской ГРЭС были установлены понтоны для размещения в них садков общей площадью 2400 м² (рисунки 64, 65). Часть понтонов была непригодна для зарыбления, т.к. сильное течение (2,0 м/с и более) быстро повреждала садки. Полезная площадь, используемая для выращивания рыбы составляла 2100 м². На этой площади могло быть размещено 210 садков площадью 10 м². Фактически площадь садка оказалась меньшей ввиду сильной деформации его течением.

В нересте были использованы местные производители карпа - 79 самок и 110 самцов.

В апреле из Черепетского хозяйства было привезено 112 шт. немецких производителей карпа (60 самок и 52 самца). В пяти партиях заводским способом получено 19,3 кг икры (13,51 млн. шт.).



Рисунок 64 – Сбросной канал Ириклинской ГРЭС



Рисунок 65 – Садковая линия в сбросном канале Ириклинской ГРЭС

Молодь выращивалась по схемам «лотки – пруды» и «лотки – пруды – садки». В лотках рыб кормили декапсулированными яйцами артемии и комбикормом «Эквизо». В прудах путем внесения удобрений создавалась кормовая база и помимо этого вносили комбикорма «Эквизо» и 12-80.

Период зимовки карпа в садковом хозяйстве Новоорского рыбопитомника длился с начала ноября по 29 мая (около 7 месяцев). Средняя температура воды во время зимнего содержания карпа в садках была 13,4 °С, с колебаниями от 12 °С до 15 °С, с повышением в мае до 15-17 °С. Такой температурный режим вполне благоприятствовал питанию карпа (таблица 7).

Таблица 7 - Температура воды в период зимовки карпа в садках Новоорского рыбопитомника /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

	Месяц						
	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май
1 декада	15	13	13	13	11	14	14
2 декада	14	14	13	12	12	13	15
3 декада	14	13	12	12	12	14	17
Средняя температура	14,3	13,7	12,7	12,3	12,0	13,7	16,0

Уровень кислорода в воде за период зимовки не опускался ниже 8 мг/л. Гидрохимический анализ воды (таблица 8) показал некоторое повышение pH по сравнению с нормой, в целом концентрации исследованных веществ не превышала ПДК.

Скорость течения в местах установки садков 1,5- 2,0 м/с, что намного выше нормативной (0,10-0,15 м/с). В результате сопротивления потоку воды у рыб возникали дополнительные энергетические затраты.

Плотность посадки карпа при зарыблении садков была 440 шт./м². Кормили рыб гранулированным кормом, оставшимся после летнего выращивания карпа в подсобном хозяйстве ГРЭС, что не гарантировало

качество корма, т.к. срок хранения кормов обычно не превышает трех месяцев. Рецепт корма неизвестен. Суточная норма корма составляла 1,5-2 % от массы рыбы.

Таблица 8 - Гидрохимический режим в садках в период зимовки карпа /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Дата	O ₂ , мг/л	pH,	NH ⁺ ₄ , мг/л	NO ⁻ ₃ , мг/л	NO ⁻ ₂ , мг/л	O _x , мг/л	Нефтепродук- ты, мг/л	Фенолы, мг/л
17.01	10,8	8,3	0,15	1,6	0,04	4,2	0,3	-
22.02	10,5	8,2	0,13	1,4	0,03	4,5	0,025	0,0005
3.03	9,8	8,2	0,18	1,6	0,04	5,2	0,035	0,001
27.03	10,0	8,1	0,25	1,5	0,04	4,8	0,08	0,0008
11.04	10,5	8,2	0,20	1,5	0,05	5,0	0,1	-
20.05	10,0	8,4	0,35	1,4	0,04	5,5	0,12	-

При кормлении использовали кормушки типа «Рефлекс» и кормушки-поддоны из оцинкованного железа. Однако из автокормушек рыбы не поедали корм, а из кормушек-поддонов корм быстро вымывался. Рекомендованная сотрудниками УралГосНИОРХ замена этих кормушек на аэрокормушки в апреле значительно улучшила поедаемость корма у рыб (рисунки 66, 67).

По данным хозяйства зарыбление садков происходило с 3 по 9 ноября при неблагоприятных погодных условиях: температура воздуха опустилась ниже нуля, в выростных прудах был лед. В результате облов и транспортировка рыбы сопровождались высоким процентом травматизации. На зимовку было посажено 220 тыс. шт. сеголетков карпа средней массой 31 г (таблица 9).

При посадке рыбы на зимовку в садки была проведена профилактическая обработка рыб раствором бриллиантового зеленого (концентрация 1:100000, экспозиция 10-15 мин). Повторная обработка бриллиантовым зеленым была проведена 15-20 ноября.



Рисунок 66 – Зимнее содержание карпа в садках



Рисунок 67 – Кормушки, используемы в садках

Таблица 9 - Зимнее содержание сеголетков карпа в садках на теплых водах Ириклинской ГРЭС (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Показатель	Значение
Дата зарыбления	3-9 ноября
Плотность посадки, шт/м ²	440
Средняя навеска, г	31
Количество рыбы, тыс.шт.	220
Зарыбляемая площадь, м ²	500
Общая масса рыб, кг	6820
Средняя температура воды за время зимовки, °С	13,4
Содержание кислорода в воде, мг/л	Не менее 8
Отход за период зимовки, тыс.шт.	90
Отход за период зимовки, %	40,9
Конечная масса, г	30
Выход годовиков, %	59,1

Средняя навеска карпа в конце зимовки составила 30 г, коэффициент упитанности 2,3-2,4. Количество погибших рыб за время зимовки - 90 тыс. шт., наибольшее количество погибших рыб было в первые месяцы зимовки при средней массе 24 г. (таблица 10). Выход годовиков карпа после зимовки в садках составил 59,1 % (по нормативам 90 %). Отход наблюдался в основном у рыб навеской менее 30 г.

Таблица 10 - Ход зимовки карпа в садках /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Месяц	Отход		Количество в садках, тыс. шт.	Выход годовиков, %
	тыс.шт.	%		
Ноябрь	51,7	23,5		
Декабрь	13,11	5,96	168,3	
Январь	1,69	0,77	155,19	
Февраль				
Март	18,5	8,4	153,5	
Апрель				
Май	5,0	2,27	135,0	
Всего:	90,0	40,9	130,0	59,1

Несмотря на эти мероприятия, большой процент зимующего карпа был поражен сапролегнией, гибель рыб не уменьшилась. Комиссией, в состав которой входили главврач районной ветстанции и ихтиопатолог Оренбургского рыбокомбината, 15 декабря было проведено ихтиопатологическое обследование рыбы в садках. Для борьбы с заболеванием была рекомендована обработка рыбы раствором KMnO_4 (10 г/м³, 10-15 мин), а также добавление в корм в течение 10 дней фуразолидона. Лечение дало положительный эффект, отход уменьшился.

К концу зимовки процент погибшей рыбы вновь начал возрастать. Предполагаемой причиной гибели рыбы был токсикоз, вызванный использованием недоброкачественного корма. Было рекомендовано кормить рыбу свежими кормами.

Анализ результатов зимовки показал повышенный процент гибели рыб в садках по сравнению с нормативным, уменьшение навески и ухудшение экстерьерных показателей. Основные причины, по нашему мнению, заключались в качестве кормов, сильном течении в местах установки садков и повышенной травматизации сеголетков во время облова и транспортировки.

До наступления летних температур (в апреле–мае) был проведен тотальный облов. Рыба была рассортирована и пересажена в садки для летнего выращивания.

5.2 Отбор нерестовой группы производителей карпа

Для оценки экстерьерных показателей имеющихся производителей карпа в апреле 1988 г. была проведена проверка состояния и инвентаризация ремонтно-маточного стада в Ириклинском тепловодном хозяйстве. Установлено следующее:

- а) общее число производителей в возрасте четырех лет и старше составляет 180 шт.;
- б) посадка карпов в садки осуществлялась без учета возраста рыб, установить число возрастных групп и их численность невозможно;
- в) экстерьерные показатели многих производителей невысокие: средняя масса рыб составила 6,8 кг, вес многих производителей превышает 8 кг, что затрудняет их использование в нересте заводским методом.

Из имеющегося поголовья отобраны лучшие по массе и экстерьеру производители: сформирована рабочая группа численностью 69 самок и 57 самцов. Все отобранные особи помечены индивидуальными метками с помощью анилиновых красителей и размещены отдельно по полу. Оставшиеся 54 шт. производителей помечены групповыми метками и отсажены в садки отдельно по полу, как резервная группа.

Из Черепетского тепловодного хозяйства 20 апреля привезены 112 шт. производителей карпа немецкой породной группы в возрасте 3 года. Большинство самок после недельного карантина и смены условий не смогли участвовать в нересте. Только в июле удалось получить небольшое количество икры от 3 самок.

5.3 Получение личинок карпа

Нерестовая кампания была начата 21 мая. Температура воды в сбросном канале Ириклинской ГРЭС составляла в это время 15-18 °С. Водоснабжение временного инкубационного цеха осуществлялось холодной и горячей нехлорированной водопроводной водой. Температура регулировалась смешиванием горячей и холодной воды в накопительном баке (рисунки 68, 69).



Рисунок 68 – Производители карпа

Гипофизарные инъекции проводили из расчета: самкам - 2-3 мг/кг, самцам - 1,5-2,0 мг/кг. У 22 самок икра получена без инъекций. Спонтанный выброс икры произошел 21 мая в результате резкого потепления и повышения температуры воды до 19 °С. Оставшиеся самки были посажены в садки,

установленные в мальковом пруду и в лотки, установленные под навесом на берегу сбросного канала. В дальнейшем выброса икры не наблюдалось.



Рисунок 69 – Лотки для преднерестового выдерживания карпа

Отбор икры и спермы производился под навесом при помощи стол-люльки (рисунок 70). Оплодотворение осуществляли сухим способом (рисунок 71). Обесклеивание икры проводили в тазах и аппаратах Вейса эмульсией растительного масла (1:100) или разведенным коровьим молоком (1:10) (рисунок 72).



Рисунок 70 – Отбор икры карпа



Рисунок 71 – Оплодотворение икры карпа



Рисунок 72 – Обесклеивание икры карпа в аппаратах Вейса

Проведено 5 туров по получению икры заводским способом. Проинъецировано 54 самки, из них 42 (77,7 %) отдали икру. Всего отцежено 19,3 кг икры (13,51 млн. шт.). Получено 6,7 млн. шт. трехдневных личинок (таблицы 11, 12). Естественным нерестом в лотках было получено 2,72 млн. шт. трехдневных личинок.

Процент развития икры в среднем составил 58,3. Абсолютная плодовитость самок в среднем 321 тыс. шт. икринок, относительная плодовитость - 47,3 тыс. шт. икры на 1 кг веса самок. Заболевания икры сапролегнией не наблюдалось.

Таблица 11 - Результаты нерестовой кампании /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Пар- тия, №	Дата	Темпе- ратура воды, °C	Количество самок			Количество икры		Процент развития икры
			Инъе- цирова -нных, шт.	отдавших икру		кг	млн.шт.	
				шт.	%			
1	21-25.05	20	21	18	85,7	7,6	5,32	58,6
2	23-27.05	20	25	20	80,0	естественный нерест в лотках		
3	27-30.05	21	9	7	77,8	3,3	2,31	59,1
4	8-11.06	21	12	9	75,0	4,6	3,22	59,2
5	11-14.06	22	7	5	71,4	3,0	2,10	58,8
6	22-25.06	22	5	3	60,0	0,8	0,56	46,2
Всего			79	62				
В т.ч. заводским методом			54	42		19,3	13,51	
Средний показатель					78,5			
В т.ч. по заводскому методу					77,7			58,3

Таблица 12 - Результаты нерестовой кампании /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Партия, №	Дата	Температура воды, °С	Плодовитость самок		Выход 3-х дневных личинок		
			Абсолютная, тыс. шт.	Относительная, млн.шт.	Млн.шт.	% от икры	Тыс.шт. на 1 самку
1	21-25.05	20	295	43,5	2,65	49,8	147
2	23-27.05	20	естественный нерест в лотках		2,72	-	136
3	27-30.05	21	330	48,5	1,16	50,2	165
4	8-11.06	21	357	52,6	1,62	50,3	180
5	11-14.06	22	420	61,8	1,05	50,0	210
6	22-25.06	22	187	27,4	0,22	39,3	70

Продолжение таблицы 12

Пар- тия, №	Дата	Темпе- ратура воды, °С	Плодовитость самок		Выход 3-х дневных личинок		
			Абсо- лютная, тыс. шт.	Относи- тельная, млн.шт.	Млн.шт.	% от икры	Тыс.шт. на 1 самку
Всего					9,42		
В т.ч. заводским методом					6,7		
Средний показатель							152
В т.ч. по заводскому методу			321	47,3		49,6	160

5.4 Подращивание молоди карпа в лотках

Подращивание личинок карпа проводилось в лотках ейского типа, установленных во временном помещении. Водоснабжение лотков проточное из бака-накопителя, в котором смешивалась горячая и холодная хлорированная водопроводная вода. Температура воды регулировалась и поддерживалась на уровне 25-28 °С. Время полной смены воды в лотках 15-20 мин.

Толщина слоя воды в зависимости от этапа подращивания менялась: от 0,2 до 0,4-0,5 м. Содержание растворенного в воде кислорода было 7-8 мг/л. Плотность посадки молоди при выращивании ее до 15 мг - 160-210 тыс. шт./м³, выше 15 мг - 40 тыс. шт./м³.

В течение всего периода подращивания условия содержания молоди в лотках находились под контролем. Два раза в сутки измеряли температуру воды, периодически определяли содержание растворенного в воде кислорода, проточность.

Особое внимание было уделено чистке лотков. Чистка лотков производилась ежедневно шлангом-сифоном, соединенным рабочим концом с воронкой.

В целом условия подращивания личинок карпа в лотках соответствовали нормативным.

Кормление личинок производилось свежеприготовленными яйцами артемии с одновременной подкормкой стартовым кормом «Эквизо-І» с целью приучения молоди к искусственному корму.

Суточная доза декапсулированных яиц артемии готовилась ежедневно. Декапсуляцию осуществляли водным раствором (1:1) бытового отбеливателя «Белизна» (ТУ-6-15-746-87, содержание активного хлора 1,5%) в течение 9-12 мин.

Расчет необходимого количества корма проводился накануне. При выделении пользовались графиком весового роста при разной температуре и результатами контрольных обловов, проводимых ежедневно. Коэффициент оплаты корма «Эквизо» принимался равным 2, декапсулированных влажных яиц артемии - 4.

Соотношение искусственного корма и свежеприготовленных яиц артемии изменяли по мере роста рыбы: до 15 мг соотношение в рационе составляло 1:2, после 15 мг долю яиц артемии в рационе снижали до разовой порции (4-5 % рациона). Молодь навеской 50 мг и более получала только искусственный корм.

Суточная доза корма распределялась равномерно. Кормление круглосуточное с часовым интервалом. Ввиду отсутствия автоматических кормораздатчиков раздача корма осуществлялась вручную. Размер частиц искусственного корма изменяли с учетом возрастающей массы личинок.

В период с 3 по 6 июня 1988 г. произведено подращивание личинок карпа в 20 лотках (таблица 13). Объем наполнения одного лотка 1 м³. На выращивание посажено 3880 тыс. шт. трехдневных личинок карпа средней массой 1,8 мг. Плотность посадки – 190 тыс. шт. на лоток.

Подращено 3100 тыс. личинок средней массой 6,1 мг. Выход от числа трехдневных личинок составил 80 %. Подращенная молодь в количестве 3,1 млн. шт. была пересажена в выростные пруды Новоорского рыбопитомника.

Таблица 13 - Результаты подращивания личинок карпа в лотках /1987/88 г./
(по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Начальная масса, мг	Период выращивания, сут	Общее количество, тыс. шт.	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Количество лотков, шт.	Кормление	Выход		Средняя навеска, мг	Примечания
						тыс. шт.	%		
1,8	3	3880	190	20	Декапс. яйца артемии + Эквизо	3100	80	6,1	Зарыбление выростных прудов
1,8	4	850	210	4	Декапс. яйца артемии + Эквизо	700	82,3	5,0	Реализация
1,8	6	200	160	2	Декапс. яйца артемии + Эквизо	150	75	15,0	Пересадка в лотки с меньшей плотностью
15	10	150	40	3	Эквизо - 2 + декапс. яйца артемии	92	46 (от трехдневных личинок)	210	Зарыбление выростных прудов

В период с 17 по 21 июня проводилось подращивание 850 тыс. шт. личинок до массы 5 мг в 4-х лотках при плотности посадки 210 тыс. шт. на лоток (210 тыс. шт./м³). Выход составил 700 тыс. шт. или 82,3 %. Полученная молодь была реализована.

Подращивание личинок до массы 200 мг проводилось в два этапа с 17 июня по 2 июля: подращивание до массы 15 мг и от 15 мг до 200 мг.

Первоначально в два лотка высажено 200 тыс. шт. трехдневных личинок средней массой 1,8 мг при плотности посадки 100 тыс. шт. на лоток или 160 тыс. шт./м³, что несколько ниже нормативной. Первый период выращивания был завершен тотальным обловом, произведенным через 6 суток, при средней навеске молоди 15 мг. Тотальный облов позволил установить численность

личинок, провести дезинфекцию лотков и профилактические ванны в растворе KMnO_4 (концентрация 10 мг/м^3 , экспозиция 5-7 мин.). Счет молоди производили объемным методом.

Во втором периоде плотность посадки была уменьшена до 50 тыс. на лоток (или 40 тыс. шт./м³). Молодь была рассажена в 3 лотка общим количеством 150 тыс. шт. Второй период был закончен 2 июля.

Период выращивания молоди до 200 мг составил 16 дней. Было подрошено 92 тыс. шт. личинок карпа со средней штучной массой 210 мг (таблица 12). Выживаемость 46 %. Полученные результаты превосходят нормативные по показателю темпа роста. Подрощенная молодь была высажена в выростные пруды. Заболевание рыб эктопаразитами не наблюдалось.

5.5 Подращивание молоди карпа в мальковых прудах

Использовано было пять копанных прудов площадью 0,25-0,4 га. Водоснабжение прудов осуществлялось из сбросного канала Ириклинской ГРЭС (рисунок 73). Постоянная проточность составляла 5-10 л/с на пруд, водообмен 5-8 суток.

Пруды залиты были 20-25 мая за 3-8 суток до зарыбления, зарыблены 28 мая неподрощенными личинками карпа, полученными заводским методом. Плотность посадки - 1,0 - 1,4 млн. шт./га.

Удобрения вносились по «биологической потребности», доведением биогенов до заданного количества (4,0 мг N/л, 0,5 мг P/л) с учетом содержания их в воде. За весь период в пруды внесено 4,0 т/га органических удобрений, 200 кг/га аммиачной селитры, 100 кг/га фосфорных удобрений.



Рисунок 73 – Карповые пруды

Кормление начинали с 5-го дня после зарыбления. В течение первых трех декад подращивания использовали крупку комбикорма Эквизо-2, в дальнейшем кормили молодь комбикормом рецепта 12-80. Корм вносили вручную в аэрокормушки и кормушки - поддоны, установленные на глубине 0,5 м. Количество кормушек - 6-8 на пруд. Всего израсходовано 7030 кг кормов.

Во время подращивания молоди концентрация минерального азота достигала 5,5 мг N/л, фосфора - 0,4 мг P/л. Окисляемость изменялась от 5,4 до 15 мг O/л, pH - 8,0-9,4 (таблица 14). Температура воды варьировала от 17 до 29 °C (рисунок 74). Газовый режим в прудах был благополучен, концентрация кислорода не снижалась ниже 5 мг/л.

Таблица 14 - Гидрохимический режим мальковых прудов в период выращивания молоди карпа (июнь-август) /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Дата	Место взятия пробы	O ₂ , мг/л	pH, мг/л	O _x , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л
3.06.	Пруд №1, выток		8,4	6,3	0,08	0,55	0,9	0,24
	Пруд №2, выток	8,7	8,7	5,4	0,08	0,75	1,1	0,28
	Пруд №3, выток		8,4	7,1	0,07	0,44	0,7	0,18
	Пруд №4, выток		8,3	7,8	0,09	0,60	0,8	0,30
	Пруд №5, выток	10,4	8,5	6,6	0,06	0,88	0,8	0,25
	Вток	9,5	8,1	6,8	0,06	0,30	1,2	0,22
13.06.	Пруд №2, берег	10,5	8,9	7,2	0,14	0,40	0,8	0,20
	Пруд №2, выток	10,55	9,0	7,5	0,14	0,40	0,8	0,20
	Пруд №4, берег	9,0	8,6	8,0	0,11	0,40	0,7	0,27
	Пруд №4, выток	9,0	8,7	7,5	0,11	0,40	0,6	0,20
	Канал, водоподача	9,8	8,2	6,4	0,04	0,20	1,5	0,25
23.06.	Пруд №1	8,5	8,8	10,2	0,04	1,60	0,32	0,13
	Пруд №2	10,6	9,4	8,9	0,03	3,1	0,25	0,13
	Пруд №3		9,2	10,2	0,05	1,0	0,25	0,20
	Пруд №4		9,2	9,9	0,07	1,0	0,85	0,15
	Пруд №5	11,4	9,3	13,4	0,20	0,75	2,50	0,09
30.06.	Пруд №1	11,0	8,6	11,8	0,08	3,5	0,45	0,17
	Пруд №2	11,0	8,8	9,9	0,05	2,3	0,51	0,19
	Пруд №3	11,0	8,5	11,8	0,05	2,3	0,3	0,2
	Пруд №4	11,0	8,4	10,6	0,06	2,8	0,55	0,3
	Пруд №5	11,5	8,5	8,3	0,05	2,4	0,35	0,17
10.07.	Пруд №2	10,2	9,0	12,5	0,07	1,0	0,75	0,30
	Пруд №3	8,8	8,5	10,0	0,06	1,8	0,84	0,25
	Пруд №4		8,7	12,5	0,08	2,2	1,20	0,28
	Пруд №5	10,6	8,0	9,5	0,09	1,5	0,70	0,15
20.07.	Пруд №3	9,0	8,7	12,0	0,08	1,2	0,90	0,20
	Пруд №4		9,2	15,0	0,10	1,3	1,10	0,18
	Пруд №5		9,1	8,5	0,06	1,25	1,20	0,18
	Вток	9,7	8,4	7,0	0,05	0,35	1,30	0,20
1.08.	Пруд №3	8,5	8,6	14,0	0,09	1,6	1,00	0,16
	Пруд №4		9,2	15,0	0,10	1,3	1,10	0,18

Продолжение таблицы 14

Дата	Место взятия пробы	O ₂ , мг/л	pH, мг/л	O _x , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л
	Пруд №5	9,0	9,1	11,5	0,07	1,2	0,90	0,18
11.08.	Пруд №1	7,0	8,2	7,4	0,06	5,6	0,23	0,1
	Пруд №2		8,1	8,6	0,10	6,7	0,31	0,14
	Пруд №3		8,2	8,3	0,08	6,0	0,83	0,19
	Пруд №4	6,8	8,2	11,2	0,05	11,0	0,35	0,19
	Пруд №5		8,0	11,2	0,06	2,3	0,35	0,19
	Вток	9,5	8,2	8,0	0,06	0,5	0,4	0,15

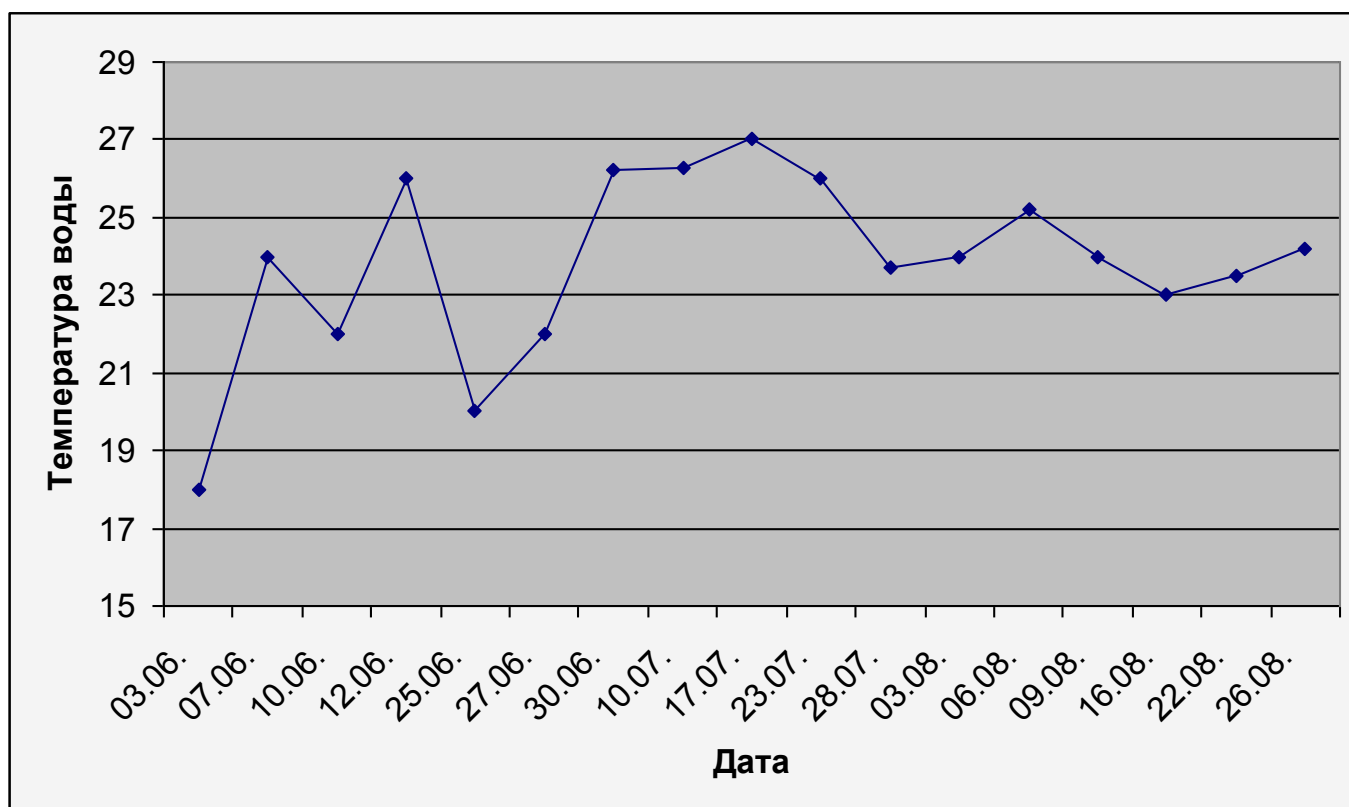
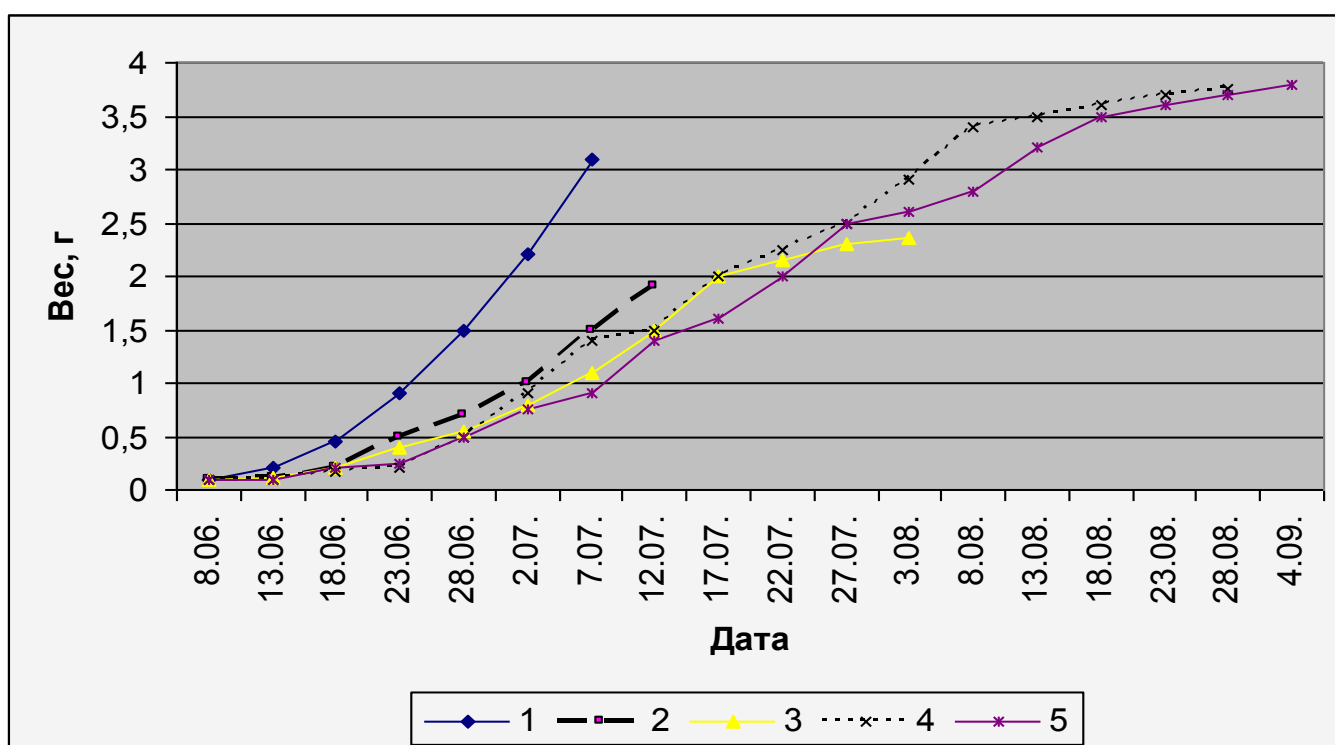


Рисунок 74 – Температурный режим воды мальковых прудов в период выращивания молоди карпа

Содержание кишечников личинок карпа в первые 7 дней состояло из зоопланктона. На 20-е сутки после зарыбления (17 июня) зоопланктон составлял 24-38 %, зообентос - 39,46 %, комбикорм - 30-55 %. В оставшийся период (до 5 сентября) в кишечниках рыб преобладал комбикорм (92-95 %), бентос составлял лишь 5-8 %.

Темп роста молоди карпа в прудах был максимальным в пруду № 1 с наименьшей плотностью посадки (рисунок 75). Значительное снижение темпа роста отмечено в прудах № 3-5 после достижения молодью навески 2 г. Снижение скорости роста свидетельствовало о том, что пруды перенаселены и их следовало обловить. Однако, на садковом участке не было свободных садков для молоди и дальнейший облов прудов проводился с большой задержкой. Следует отметить, что такая задержка сказалась на дальнейшем росте молоди в садках: темп роста отставал от расчетного.



1 – пруд №1, 2 – пруд № 2, 3 – пруд № 3, 4 – пруд № 4, 5 – пруд № 5

Рисунок 75 - Динамика роста молоди карпа в мальковых прудах

Выживаемость молоди оказалась выше, чем нормативная для лоткового подращивания и составила 48-60 % (таблица 15). Рыбопродуктивность прудов оказалась в прямой зависимости от продолжительности подращивания и увеличилась от 16,8 ц/га (пруд №1) до 29, 4 ц/га (пруд № 5).

Таблица 15 - Результаты подращивания молоди карпа в мальковых прудах /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Показатель	Номер пруда				
	1	2	3	4	5
Площадь пруда, га	0,25	0,4	0,4	0,4	0,4
Посажено личинок, тыс. шт.	252	504	540	500	550
Плотность посадки, млн. шт./ га	1,0	1,25	1,35	1,25	1,38
Продолжительность подращивания, сут.	40	46	66	85	105
Выход молоди, тыс. шт.	120	260	320	260	280
Выход молоди, %	48	51,5	59,8	52,0	50,9
Средняя масса молоди, г	3,5	2,0	2,55	4,0	4,2
Рыбопродукция, ц/га	16,8	13,0	20,4	26,0	29,4
В т.ч. естественная, ц/га	12,0	8,0	8,0	8,5	9,0
За счет комбикорма, ц/га	4,8	5,0	12,4	17,5	20,4
Израсходовано кормов, ц	3,3	5,9	13,6	20,8	26,6
Израсходовано кормов, ц/га	13,2	14,8	34,0	52,0	66,5
Коэффициент оплаты корма	2,73	2,96	2,74	2,97	3,26

Плотность посадки молоди повлияла на темп ее роста. Штучной массы 2 г молодь из первого пруда (плотность посадки - 1,0 млн.шт./га) достигла на 33-и сутки подращивания, мальки из второго и четвертого пруда (1,25 млн. шт. /га) - на 45-е сутки, в третьем и пятом пруду (1,35 млн. шт. /га) - на 50-е сутки (рисунок 75).

5.6 Выращивание сеголетков карпа в садках

Облов прудов и зарыбление садков для выращивания сеголетков проводили по мере подготовки садков. Скорость течения в зоне установки садков достигала 1,5 м/с. Гидрохимический и температурный режимы благоприятны (таблицы 16, 17).

Таблица 16 - Гидрохимический состав воды в сбросном канале Ириклинской ГРЭС /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Дата	O ₂ , мг/л	pH,	PO ₄ ³⁻ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	O _x , мг/л	Нефтепродукты, мг/л
3.06	9,5	8,1	0,22	0,3	1,2	0,06	6,8	
13.06	9,8	8,2	0,25	0,2	1,5	0,04	6,4	
20.06	9,0	8,4	0,20	0,7	1,3	0,05	6,6	
20.07	9,7	8,4	0,20	0,35	1,3	0,05	7,0	
4.08	9,5	8,2	0,18	0,8	1,1	0,05	8,0	0,08
11.08	9,5	8,2	0,15	0,5	1,4	0,06	8,0	0,08

Первая пробная партия мальков из прудов высажена 20 июня. В один садок площадью 10 м посажено 12 тыс. шт. мальков средней массой 0,4 г. Первые 8 суток рыб кормили комбикормом РКС, в дальнейшем - комбикормом 12-80.

Садок был установлен в зоне с относительно слабым течением (0,5 м/с), однако превышающим нормативное почти в 10 раз. Нормальное питание рыб было затруднено, некоторые из них не могли постоянно противостоять течению, быстро слабели и погибали, прижатые к стенке садка. В начале июля после перехода на другой корм началось поражение рыб сапролегниозом. Отход рыб увеличился и составлял 200-300 шт. в сутки. Оставшиеся 8 тыс. шт. мальков

средней массой 2,2 г 6 июля обработали раствором KMnO_4 (10 г/м³, экспозиция 5 мин) и пересадили в 2 садка с ячейей 10 мм. Плотность посадки - 400 шт./ м². После обработки гибель рыб значительно уменьшилась. Из этой группы молоди выращено 7,5 тыс. сеголетков средней массой 200 г.

Таблица 17 - Температурный режим воды в сбросном канале Ириклинской ГРЭС в зоне установки садков /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Декады	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь
1 декада	19,4	26,2	27,8	26,7	23,0
	18-23	23-27	26-29	24-28	21-24
2 декада	20,8	27,0	28,4	24,2	21,9
	19-23	25-28	26-30	23-26	21-23
3 декада	24,4	26,5	27,8	23,3	19,2
	21-26	25-28	26-29	23-24	18-21

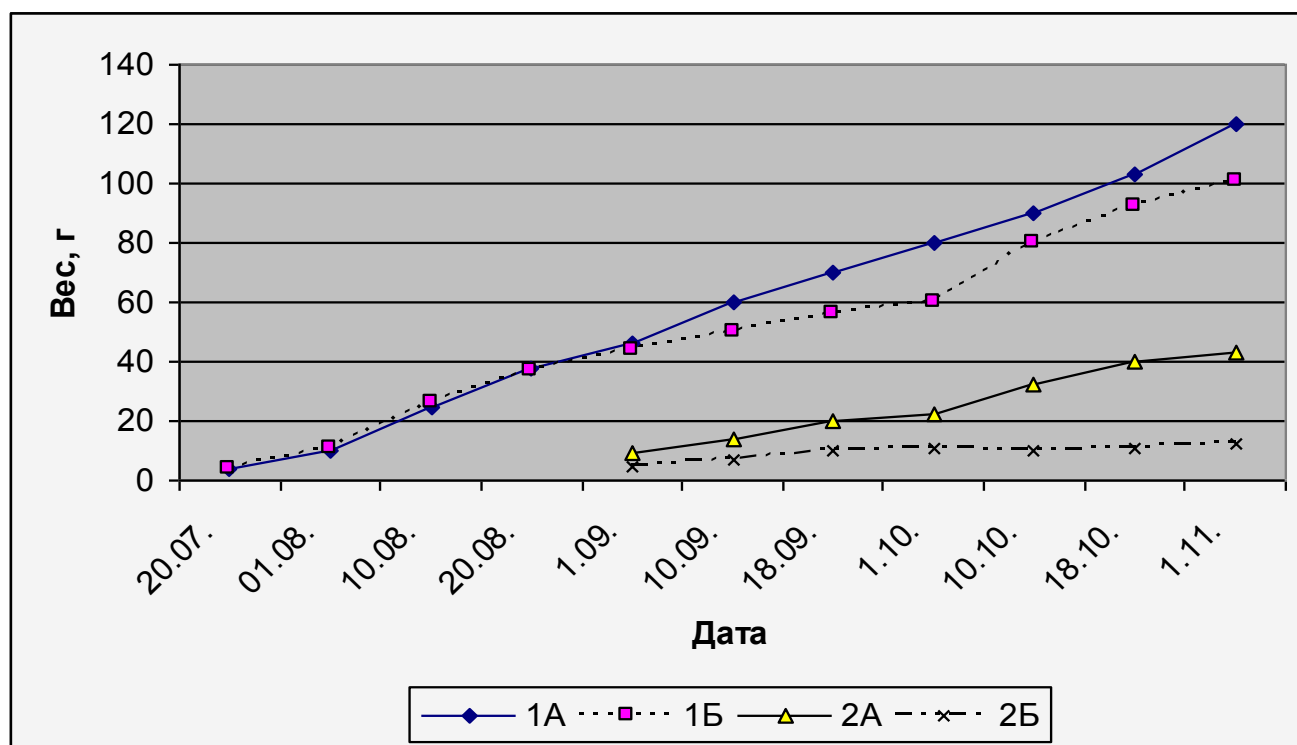
Из малькового пруда № 1 9 июля в садки высажено 120 тыс. шт. молоди средней массой 3,5 г. 14 июля обловлен пруд № 2 (260 тыс. шт., средней массой 2 г). Через 7-10 дней после высадки также наблюдалось поражение рыб, особенно мелких, сапролегнией. Кроме того, часть садков была повреждена течением и мальки из них выплыли в сбросной канал. Таким образом, произведено ненамеренное зарыбление Ириклинского водохранилища. Составлен акт на выпуск 60 тыс. шт. молоди карпа средней массой 5 г. Срочно возникла необходимость пересадки всех рыб в двойные садки. Облов 3, 4 и 5 прудов пришлось задержать.

При пересадке в двойные садки мальков сортировали и обрабатывали раствором KMnO_4 . Рыб массой 10 г и более сажали по 5000 шт. на садок, менее 10 г – по 10000 шт. на садок. К 8 августа подготовлено 28 двойных садков. Они

зарыблены мальками из пруда № 3. Плотность посадки 1000 шт./м², средняя масса 2,55 г.

Все садковые площади оказались зарыбленными. Оставались свободными несколько секций, но слишком сильное течение (более 2 м/с) не позволяло установить на них садки. В короткий срок установлено 18 приставных садков в зоне со слабым течением. В эти садки высажены мальки из прудов № 4 и 5. Часть мальков (293 тыс. шт. средней массой 4,5 г) была вскоре реализована, т.к. плотность посадки значительно превышала допустимую.

Темп роста различных групп сеголетков значительно варьировал в зависимости от сроков высадки рыб в садки. На рисунке 76 приведены расчетные и фактические графики роста двух групп сеголетков.



1 – зарыбление 9.07.; 2 – зарыбление 16.08.; А – расчетные кривые роста, Б – результаты контрольных обловов

Рисунок 76 - Динамика роста сеголетков карпа в садках при разных сроках зарыбления

Заметное снижение скорости роста во второй декаде сентября вызвано недостаточным кормлением: с 8 до 18 сентября сеголеткам давали лишь 50 % от необходимого количества корма. Рецепт корма не соответствовал требуемому (16-80 вместо 12-80).

Рост сеголетков из второй группы, высаженной 16 августа, сразу заметно отстал от планируемого. Недостаток корма и несоответствие его рецептуры значительно ухудшили результаты выращивания. Средняя масса сеголетков из первой группы к 1 ноября составила 120 вместо 130 ожидаемых, а сеголетки второй группы достигли массы 20 г вместо теоретически возможной массы 50 г.

Всего для выращивания сеголетков использовано 90 садков общей площадью 900 м². На этой площади выращено 4 группы сеголетков с различной штучной массой (таблица 18).

Таблица 18 - Результаты выращивания сеголетков карпа в садках /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

№	Дата посадки,	Плотность посадки, шт./м ²	Количество садков, шт.	Общая площадь, м ²	Выращено сеголетков,		Масса сеголетков		Рыбопродуктивность
					тыс.шт	шт./ м ²	ср., г	общая, т	
1	20.06.- 9.07	400-500	6	60	25,0	417	200	5,0	83,3
2	9-14.07	500	25	250	105,0	420	120	12,6	50,4
3	8.08	1000	36	360	310,0	861	50	15,5	43,1
4	26.08	1000	23	230	200,0	870	20	4,0	17,4
Всего			90	900	640,0	711	58	37,1	41,2

Кроме того, 60 тыс. сеголетков средней массой 5 г выпущено в водохранилище по акту.

Таким образом, из 887 тыс. шт. мальков выращено 640 тыс. шт. сеголетков карпа средней массой 58 г. Выживаемость в среднем составила 72 %. Израсходовано 110 т кормов. Кормовой коэффициент при выращивании сеголетков в садках составил 3,1, что несколько выше нормативного.

Результаты выращивания сеголетков в садках свидетельствуют о возможности получения нормативных показателей по рыбопродуктивности и средней штучной массе. Низкий процент выживаемости объясняется, с одной стороны, несвоевременной обработкой рыб раствором KMnO_4 . Рыб обрабатывали только тогда, когда начинался отход. Кроме того, много рыб, помимо отмеченных в акте, оказались выпущенными в водохранилище вследствие повреждения садков.

Таким образом, в процессе выращивания сеголетков были нарушены следующие необходимые условия:

- скорость течения превышала нормативную в 3-10 раз;
- для кормления рыб в сентябре - октябре использовали комбикорм 16-80 ввиду отсутствия сеголеточных кормов (12-80);
- во второй декаде сентября в садки вносили 50 % от требуемого количества корма;
- не соблюдались сроки зарыбления садков для 3 и 4 групп молоди.

5.7 Выращивание сеголетков растительноядных рыб в выростных прудах

Общая площадь выростных прудов Новоорского рыбопитомника - 30 га, средняя глубина залития прудов 0,5-0,8 м. Водоснабжение прудов осуществляется из Ириклинского водохранилища. В 1988 году планировалось провести выращивание сеголетков в поликультуре.

Личинки карпа были получены и подрошены до 6,1 мг в лотках временного инкубационного цеха. Зарыблены пруды 6 июня, плотность посадки 85-140 тыс. шт./га. Неподрощенных личинок растительноядных рыб (белого

толстолобика) завезли и выпустили в пруды 22 июня, т.е. через 16 суток после зарыбления прудов личинками карпа.

Из 1,5 млн. шт. личинок живыми оказались только 1 млн. 50 тыс.шт., гибель при перевозке составила 30 %. По-видимому, отход растительных продолжался и в первые дни после зарыбления, т.к. личинки ослабели за время перевозки, а карпы, достигшие к этому времени навески 300-500 мг, составляли им конкуренцию (до 15 мг толстолобика питаются зоопланктоном).

Плотность посадки - 35 тыс.шт./га. Температурный и кислородный режимы в прудах за весь период наблюдений были благоприятными (таблица 19). Из гидрохимических показателей превышали ПДК рН (до 10) и концентрация аммонийного азота (до 3,5 мг/л). Цветение воды началось в первых числах июля и продолжалось до середины августа. Прозрачность воды изменялась от 10 до 30 см.

Глубина залития прудов была различной. В некоторых прудах из-за ошибок в проектировании глубина на большей части площади не превышала 50 см, что отрицательно сказалось на результатах выращивания. Во-первых, чем меньше глубина, тем меньше объем воды и тем меньше биомасса кормовых организмов. Во-вторых, увеличились суточные колебания температуры в прудах. В третьих, мальки плохо берут корм с мелководья, т.к. подвергаются нападению чаек. Корм в пруды вносили вручную, не далее 3 м от берега.

В контрольных обловах молодь толстолобика практически не встречалась, поэтому темп ее роста не приводится. В октябре проведен облов выростных прудов. Выловлено 1,530 млн. шт. сеголетков карпа средней массой 17 г и 203 тыс. шт. толстолобика средней массой 20 г. Общая рыбопродуктивность составила 10 ц/га. Количество толстолобиков учтено не точно, т.к. не всех их удалось отсортировать от карпов.

Таблица 19 - Гидрохимический режим выростных прудов в период выращивания сеголетков карпа и растительноядных рыб /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Дата	№ пруда	Т, °С	О ₂ , мг/л	рН	О _х , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
16.06	№ 1 выток	24	10	8,9	14,7	0,13	0,35	0,75	0,13
	№ 2 выток		12	9,7	22,4	0,12	0,55	0,53	0,16
	№ 2 берег		10	9,8	17,0	0,19	0,35	0,67	0,17
	№ 5 выток		9	9,3	12,5	0,03	0,27	0,35	0,15
	№ 7 выток		10	10,0	14,4	0,03	0,14	0,35	0,32
	№ 10 выток		7	9,5	13,8	0,03	0,20	0,47	0,18
	№ 10 берег		7	9,5	13,6	0,02	0,27	0,35	0,25
20.06	№ 3	20	8	8,4	9,6	0,11	0,8	0,75	0,20
	№ 4		8	9,9	13,4	0,13	3,5	0,8	0,20
	№ 6		8	8,5	11,2	0,05	0,4	0,69	0,20
	№ 9		8	8,5	12,2	0,09	0,4	0,8	0,20
	№ 11		8	8,9	12,2	0,12	1,4	0,85	0,20
26.06 – 29.06	№ 1	22		8,9	10,5	0,07	1,7	1,2	0,16
	№ 2		8,5	9,1	8,8	0,10	0,85	1,4	0,20
	№ 3		8,0	8,5	11,6	0,11	1,2	1,1	0,20
	№ 4			9,6	14,4	0,08	2,3	0,85	0,16
	№ 5			8,8	16,0	0,06	1,3	0,96	0,09
	№ 6		10,0	8,7	13,2	0,08	0,8	1,0	0,14
	№ 7			9,4	11,0	0,07	2,0	1,15	0,17
	№ 8			8,7	12,0	0,09	1,3	1,15	0,14
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	№ 9			8,5	8,5	0,11	0,9	1,1	0,14
	№ 10		7,0	9,0	9,5	0,08	1,6	1,1	0,18
	№ 11			9,3	10,8	0,07	2,1	0,8	0,12
	Вток		9,0	8,4	8,6	0,05	0,7	1,3	0,20
7.07	№ 2	25	6	8,3	13,8	0,04	0,15	0,42	0,25
	№ 4		5	8,5	13,1	0,04	0,15	0,59	0,20
	№ 6		5	8,1	11,5	0,04	0,15	0,67	0,10
	№ 8		5	8,1	16,3	0,09	0,15	0,59	0,10
	№ 10		5	8,4	19,2	0,15	1,5	1,15	0,15
18.07 – 20.07	№ 1	24		8,7	11,0	0,09	0,9	1,1	0,12
	№ 2		8,0	8,8	12,5	0,09	1,1	1,05	0,18
	№ 3			8,8	10,7	0,10	0,8	0,9	0,16

Продолжение таблицы 19

Дата	№ пруда	T, °C	O ₂ , мг/л	pH	O _x , мг/л	NO ₂ ⁻ , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	NO ₃ ⁻ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
18.07 – 20.07	№ 4	24		9,2	14,0	0,12	1,2	0,7	0,22
	№ 5		9,2	8,6	15,5	0,08	1,15	0,75	0,22
	№ 6			8,6	12,3	0,08	1,2	0,6	0,16
	№ 7			8,8	11,0	0,09	0,8	0,95	0,27
	№ 8			8,5	17,8	0,08	0,95	1,0	0,21
	№ 9		8,6	8,3	10,2	0,10	0,8	1,1	0,18
	№ 10			8,8	11,2	0,08	1,1	0,8	0,19
	№ 11			8,9	11,6	0,11	1,8	0,7	0,11
	Вток		9,5	8,0	8,5	0,06	0,8	1,2	0,21
4.08	№ 1	23		8,1	10,9	0,05	2,25	0,65	0,11
	№ 2		10,4	8,7	5,1	0,09	2,25	1,12	0,06
	№ 7			7,6	13,2	0,09	1,25	0,43	0,21
	№ 9			7,7	14,4	0,1	2,25	0,93	0,10
	№ 11		4,2	8,8	15,0	0,1	1,2	0,53	0,04
	№ 5			8,1	12,0	0,08	1,75	0,65	0,08
	№ 6		6,6	8,0	11,5	0,07	1,75	0,8	0,12
	№ 8			7,8	14,5	0,08	2,0	0,75	0,15
	Вток		9,5	8,2	8,0	0,05	0,8	1,1	0,18

Таким образом, технология выращивания сеголетков в поликультуре выполнялась с нарушениями. Согласно нормативным указаниям зарыбление прудов должно проводится личинками растительноядных рыб, подроженными до 25-30 мг.

Посаженные спустя 15-20 суток после личинок карпа, они не будут составлять им конкуренцию в питании. При посадке к карпам неподрощенных личинок возможны случаи каннибализма.

5.8 Выращивание товарных двухлетков карпа в садках

Для выращивания товарных двухлетков карпа использовали посадочный материал трех различных по происхождению и средней штучной массе групп:

1. Годовики, выращенные в прудах Новоорского рыбопитомника и зимовавшие в садках («новоорские»).

2. Годовики, выращенные и зимовавшие в садках подсобного хозяйства ГРЭС («ГРЭС»).

3. Годовики, выращенные и зимовавшие в прудах рыбколхоза («колхозные»).

Рассада рыб для летнего выращивания была закончена к 10 мая. Всего посажено 295 тыс.шт. годовиков на площади 1280 м² (таблица 20).

Таблица 20 - Характеристика посадочного материала перед летним выращиванием /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

Группа рыб	Дата посадки	Посажено годовиков		Площадь садков, м ²	Средняя масса рыб, г	Общий вес, г
		тыс.шт.	шт./ м ²			
Новоорские	11.04	130	260	500	30	3900
ГРЭС	20.04	120	200	600	10	1200
Колхозные	30.04	45	250	180	5	225
Всего		295		1280		5325

Датой начала летнего выращивания можно считать 1 июня, когда температура воды в сбросном канале ГРЭС превысила 18 °С.

Контрольные обловы проводились ежедекадно в 17 садках. На каждую декаду рассчитывали суточную норму корма. Ежедневно, утром и вечером, измерялась температура воды (таблица 17). Гидрохимический режим выращивания в целом был благоприятным (таблица 16).

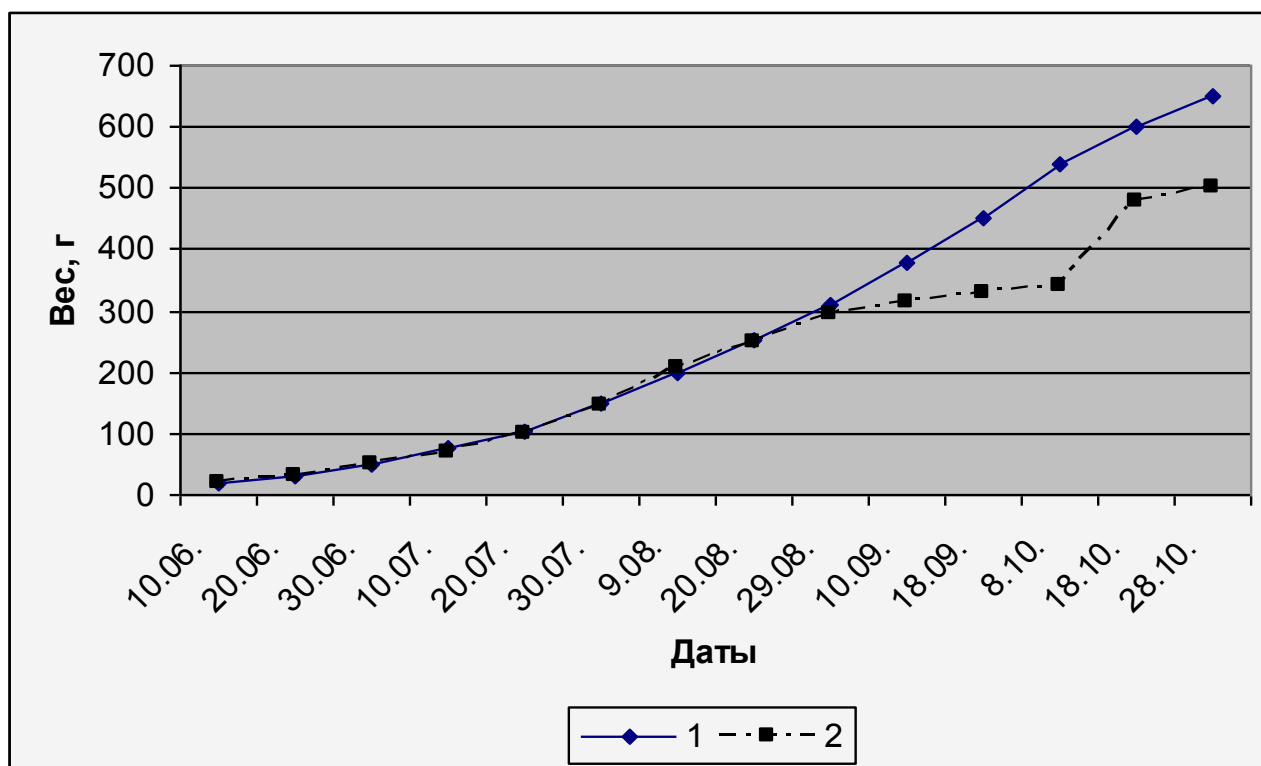
В конце июня часть садков была повреждена сильным течением и рыбы из них выплыли в сбросной канал ГРЭС. Составлен акт на выпуск в водохранилище 40 тыс.шт. двухлетков карпа средней штучной массой 80 г. В срочном порядке проводилась подготовка двойных садков и с пересадка в них всей рыбы. Пересадка была закончена в конце июля, при этом плотность посадки двухлетков изменилась. В зависимости от средней штучной массы из двухлетков сформированы 4 группы. Результаты выращивания по этим группам приведены в таблице 21.

Темп роста двухлетков в июне-августе был стабильным и соответствовал рассчитанному графику роста при КЭ = 0,6-0,7 (рисунок 77). В сентябре рост рыб практически прекратился, в некоторых садках навеска даже снизилась. Причиной торможения роста явилось отсутствие комбикормов в рыбхозе. С 1 по 10 сентября двухлеткам давали 30-50 % от требуемого количества корма, а с 11 по 18 сентября рыб совсем не кормили. 18 сентября в рыбхоз поступили комбикорм рецепта 16-80, но он содержал около 30 % пылевой фракции, которая практически не потреблялась рыбами.

Таблица 21 - Результаты выращивания товарных двухлетков карпа в садках /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

№	Количество садков,	Общая площадь, м ²	Посажено годовиков		Выращено двухлетков, тыс. шт.	Средняя масса, г	Выживаемость, %	Ихтиомасса	
			тыс.шт.	шт./м ²				Общая, т	кг/м ²
1	18	180	35	200	31	700	88,6	21,7	120,6
2	25	250	56	225	48	500	85,7	24,0	96,0
3	29	290	73	250	62	350	84,9	21,7	74,8
4	30	300	92	300	76	250	82,6	19,0	63,3
Всего	102	1020	255		217		85,1	86,4	84,7

Вынужденное голодание привело к заболеванию двухлетков, особенно выраженному в садках, расположенных на сильном течении. В двух садках все рыбы перестали питаться, их тело покрылось язвами. В октябре значительная часть рыб из этих садков погибла. В остальных садках рост двухлетков нормализовался, но их реализацию пришлось отложить, так как многие карпы не достигли товарной навески.



1 – расчетная кривая, 2 – фактическая кривая роста карпа в садках

Рисунок 77 - Динамика роста товарного карпа в садках

Рост двухлетков прекратился в начале ноября при снижении температуры воды до 17 °С. Таким образом, продолжительность летнего выращивания двухлетков карпа в сбросном канале Ириклинской ГРЭС составила 155 суток.

Для кормления двухлетков до массы 60-80 г использовали аэрокармушки, позже рыб постепенно приучали к автокармушкам «Рефлекс». Заполнение кармушек было механизировано и осуществлялось 3-5 раз в светлое время суток. При внесении корма «по поедаемости» его потребление могло значительно превысить нормативную потребность, что вполне объяснимо повышенной скоростью течения. Строгое нормирование корма приводило к замедлению роста рыб (таблица 22). Минимальное значение кормового коэффициента (3,1) было достигнуто при увеличении суточной нормы кормления на 25 %. Дальнейшее увеличение количества вносимого корма оказалось менее эффективным.

Таблица 22 - Зависимость прироста двухлетков от количества вносимого корма /1987/88 г./ (по Материалам Уральского отделения ГосНИОРХ)

№ опыта	Количество вносимого комбикорма, в % к норме	Прирост рыб, в % к расчетному	Кормовой коэффициент
1	100	76	3,29
2	125	101	3,09
3	150	115	3,26
4	175	126	3,47

В июле была проведена реализация 9,6 тонн трехлетков, оставшихся на подсобном хозяйстве ГРЭС для дорасщивания. Выборочная реализация двухлетков, достигших навески 700 г, началась в сентябре, а основная масса рыб сдана в товар в ноябре. К 8 декабря реализована 81 тонна товарного карпа, ориентировочно 15 тонн двухлетнего карпа осталось в садках. Таким образом, общая масса товарных карпов, выращенных в садках Ириклинского рыбхоза, составила примерно 96 тонн.

Наибольшая ихтиомасса получена в садках с меньшей плотностью посадки и с большей исходной навеской годовиков. В отдельных садках выход ихтиомассы составил 130-140 кг/м². В садках с высокой плотностью посадки и меньшей навеской посадочного материала ихтиомасса была минимальной (таблица 22).

Результаты товарного выращивания могли быть значительно лучше при использовании посадочного материала, имеющего навеску не ниже 30 г и при наличии садковых площадей, позволяющих рассадить рыб по 200-230 шт./м². Существенно повлияло на результаты отсутствие необходимого количества комбикормов в первой половине сентября.

6 Влияние скорости течения воды на продуктивность карпа и эффективность садкового хозяйства

6.1 Оценка обмена энергии в организме рыб при повышенных скоростях течения воды

Оценивая живой организм как открытую систему следует выделить ряд закономерностей, позволяющих описать его математически. Одной из них является закон сохранения энергии по которому "энергия никогда не исчезает и не появляется вновь, она лишь превращается из одного вида в другой" (Трофимова, 2000).

Применимость данной формулировки к живому организму впервые была доказана Ю.Р. Майером в 1842 году (Таннгаузер, 1933) в нашем случае ее можно представить в виде следующего уравнения:

$$ВЭ = ЭК + ЭПГ + ЭМ + ОЭ \quad (1)$$

где, ВЭ – валовая энергия корма,

ЭК – энергия, содержащаяся в кале,

ЭПГ – энергия пищеварительных газов,

ЭМ – энергия соединений мочи,

ОЭ – обменная энергия

Не останавливаясь на характеристике потерь энергии с калом, мочой и пищеварительными газами следует более детально рассмотреть показатель обменной энергии.

В принципе эта та часть энергии корма которая доступна для клеток организма, и ее трансформация в живом теле зависит от особенностей работы этих субстанций. Но какой бы не была работа внутри организма в конце концов вся совокупность обменной энергии трансформируется в тепло и во вновь синтезируемые ткани, при этом каждая из этих статей расхода имеет сложное построение.

Принимая во внимание, что величина энергии откладываемой в теле рыбы в виде вновь синтезируемых тканей, (продукция) будет обратно пропорциональна величине энергии теряемой в виде тепла, рассмотрим источники теплопродукции в живом теле, дабы понять как с помощью уменьшения размера теплообразования увеличить выход готовой продукции.

Рыбы – пойкилотермные животные, это значит, что температура их тела крайне незначительно отличается от температуры окружающей среды. В принципе эти отличия не превышают 0,5-1,0 °С (Пучков, 1954; Коржуев, 1955; Жаров, 1967; Лебедев, Мирошникова, Кван, 2014). Теплопродукция карпа весом 105 г составляет только 10,2 ккал/кг/сут, тогда как у 74 граммового скворца она 270 ккал/кг/сутки (Gordon, 1966).

Тепло в организме образуется почти на всех этапах обмена веществ, оно выделяется в следствии специфически – динамического действия корма, при поддерживающем обмене веществ и при образовании чистой энергии продукции из обменной энергии сверхподдержания (Абдергальден, 1934; Мак-Дональд и др., 1970).

Термин специфически – динамическое действие пищи (СДД) был введен Максом Рубнером (Arwater, Benedict, 1912). Под ним понимается совокупность энергии выделяемой при поступлении в организме корма. Вероятно, это и есть та энергия которая затрачивается на переработку пищи. Пик выделения энергии вследствие СДД приходится на 1-3 час после кормления (Ольнянская, 1964; Pollan, 1988; Заболотнов, 1989).

Специфически-динамическое действие наиболее выражено после поступления в организм белка (Abderhalden, 1904; Armstrong, Blaxter, 1957), но имеет место после приема углеводов и жиров (Widmark, 1926; Hales, 1966; Цюпко, 1984).

Общая величина потерь энергии с теплопродукцией вследствие СДД может составлять у крупного рогатого скота 35-37 % (Ritjman, Benedict, 1938) у рыб близка к 30 % (Амиева, Яржомбек, 1984). В принципе ее размер очень тесно увязан с составом пищи, следовательно СДД достаточно постоянная величина и добиться ее снижения почти не возможно. Это относится и к другой составляющей

теплопродукции – потерям энергии с теплом в следствии основного обмена. Под последним понимаются затраты энергии на поддержание жизни, предполагающие возобновление "структур" организма, затраты на работу сердца, печени, желудочно-кишечного тракта (Бергнер, Кетц, 1973).

Измерение величины потерь энергии в следствии основного обмена производится на фоне голодания, при максимально возможной неподвижности животного (Brown, 1957; Roy et. al., 1957; Gonzalez-Jimenez, Blaxter, 1962; Settiemire et. al., 1964, Рой, 1982).

Как следует из исследований М. Kleiber (1961), К.Л. Blaxter (1962), Н.Г. Григорьева и др. (1989) размер теплопродукции на поддержание жизни одинаков для большой группы теплокровных организмов, независимо от размера тела, он составляет 335-355 кДж/кг М^{0,75}.

Величину основного обмена у рыб очень сложно измерить ввиду невозможности оценить данный обмен для животного в состоянии полной неподвижности при нормальном состоянии центральной нервной системы (Пучков, 1954). Было предложено несколько различных способов измерения величины основного обмена. Так, R. Ege, A. Krogh (1914) измерили основной обмен у наркотизированных рыб, F.E.J.Fry, J.S.Hart (1948) определяли наименьшие затраты энергии в течение суток и наконец W.A. Spor (1946), F.W.H. Beamish (1964), J.R. Brett (1964), К.Д. Алексеева (1972) оценивали основной обмен путем экстраполирования величины активного обмена при плавании рыбы, к нулевому значению подвижности.

Как правило, величины обмена покоя, полученные экстраполированием значений активного обмена к нулевой скорости составляет 64-69 % от данных, полученных прямым измерением потребления O₂ при относительном видимом покое (Винберг, 1956; Ивлев, 1962).

Данные об основном обмене представителей класса рыб содержатся в работах различных авторов (Krogh, 1941; Ивлев, 1959; Винберг, 1956; Brett, 1963; Smit, 1965; Алексеева, 1967, 1972; Tytler, 1969; Webb, 1971 Столбов, 1973).

По В.И. Турецкому (1975) наибольшие значения основного обмена свойственны костистым рыбам и колеблются в пределах 50-150 мг O_2 /кг*ч, что примерно соответствует 170-500 ккал/кг * ч или 0,2-0,6 Вт/кг.

Между тем к затратам на поддержание жизни относятся и траты энергии организма на передвижение. Расход энергии на передвижение крупных теплокровных животных, таких как лошадь, крупный рогатый скот и прочих составляет около 10 % всех затрат на обмен веществ при голодании (Blaxter, 1962) из них на стояние тратится от 2,5 % до 3 % (Forbes et. al., 1927).

Между тем для рыб обитающих в значительно более плотной среде, чем воздух затраты на передвижение куда большие. В числовом выражении они составляют от 2 % до 10 % от всей совокупности энергии, поступающей в организм с кормом (Alexander, 1967).

Столь значительные затраты энергии на передвижение приводят к увеличению теплопродукции, что сопровождается перерасходом корма и снижением эффективности производства.

В этой связи особый интерес вызывают результаты исследований, позволяющие научно обосновать потребности рыбы в корме при различных скоростных режимах течения в местах установки садков.

6.2 Затраты энергии рыбой на плавание с различными скоростями

Основной поведенческой реакцией рыбы связанной с обитанием в водной среде является реореакция (реотаксис) последняя имеет врожденный характер и заключается в том, что, находясь в потоке воды, животное как правило движется против течения, сопротивляясь сносу вниз. Все другие особенности поведения рыб в потоке наблюдаются уже на фоне проявления этой специфической реакции (Harden, 1968; Павлов, 1983). Реореакция может быть охарактеризована двумя основными функциональными показателями: пороговыми и критическими скоростями течения.

Минимальные скорости потока, при которых возникает реореакция являются пороговыми. При скоростях течения ниже этой величины рыбы держатся свободно

по отношению к течению и окружающим ориентирам, передвигаются в различных направлениях, независимо от вектора течения. Пороговые скорости течения колеблются у рыб разных видов от 0,1 см/с до 25 см/с (Асланов, 1952; Arnold, 1974; Павлов, 1979).

Критическая скорость течения – это верхняя граница того интервала скоростей в пределах которого возможно удержание рыб в потоке, ее величина равна минимальной скорости потока который сносит рыб (Павлов, Фомин, 1978). Наибольшую величину критической скорости течения имеют рыбы, обитающие в толще воды и у поверхности, т.е. в пелагиали водоема. Низкие ее величины характерны для рыб, жизнь которых тесно связана с дном.

Судя по литературным данным, критическая скорость увеличивается в онтогенезе у всех исследованных рыб, но темп этого роста специфичен для каждого вида и неодинаков на разных стадиях развития (Павлов, Сабуренков, 1974). Объяснение данной зависимости определяется тесной зависимостью скорости плавания рыб от их длины (Шулейкин, Лукьянова, Стась, 1939; Ковалевская, 1952; Webb et. al., 1984).

Отношение произведения длины тела (L) на скорость к кинематическому коэффициенту вязкости воды в механике получило название числа Рейнольдса (Шлихтинг, 1956; Алеев, 1963). Наиболее крупные рыбы такие как парусники, меч-рыбы, достигающие 5 метров, плавают при значениях числа Рейнольдса (Re) 10^8 . Тогда как организмы длина которых измеряется в десятых долях сантиметра передвигаются с $Re = 10^2 - 10^3$ (Барсуков, 1959; Алеев, 1964; Kenney, 1968; Пятецкий, 1970).

Длина тела рыбы оказалась очень удобной величиной для построения общей теории зависимости энергетических затрат в организме рыбы от скорости их плавания.

Обобщение экспериментальных данных полученных E. Stringham, (1924), J.H.S. Blaxter, W. Dickson (1959), В.В. Барсуковым (1960), В.Н. Честновой (1961), R.L. Dow (1962), M. Nagiec (1962), Д.В. Радаковым, В.Р. Протасовым (1964), Е.Н. Сабуренковым (1966, 1967), V. Walters, H.L. Fierstine (1968), И.В. Буханевич (1969),

В.Г. Кошаровым (1971) позволило Д.В. Радакову (1964), J.H.S. Blaxter (1967), Е.Н. Сабуренкову и др. (1967), Д.С. Павлову, А.М. Пахорукову (1973), В.Т. Комарову (1976), Д.С. Павлову (1979) сформулировать концепцию движения рыбы на разных скоростях.

Авторами было выделено 3 зоны скоростей отражающие основные экологические особенности плавания рыб: А – зона бросковых скоростей; Б – максимальных и В – зона крейсерских скоростей.

Бросковые скорости развиваются рыбами в течение очень короткого времени при испуге, мобилизационно-панических реакциях, погоне за жертвой. Бросковые или предельные скорости, развиваются рыбами в пределах долей секунды, и составляют до 30 L/c и более (Павлов, Пахоруков, 1983). С увеличением продолжительности плавания бросковые скорости резко снижаются. В частности, для форели, карася и ельца при продолжительности плавания около 1 с скорость плавания может достигать 10-12 L/c, а при продолжительности 10 с только 3-7 L/c (Bainbridge, 1960).

Таким образом, плавание рыбы с бросковыми скоростями достаточно непродолжительное, тогда как в диапазоне максимальных и крейсерских скоростей движение рыбы возможно значительно более длительное время. Максимальные скорости развиваются рыбами во время преодоления стремнин рек или в процессе охоты, их величина может достигать 10 L/c (Павлов, Пахоруков, 1983).

Крейсерские скорости развиваются рыбами при миграциях, удержании в определенных районах рек или вообще на течении, при движении стай. По Д.С. Павлову, Е.Н. Сабуренкову (1974) данному типу скоростей соответствует понятие "миграционные скорости", у половозрелых рыб эти скорости лежат в пределах 1-4 L/c. Плавание с такими скоростями возможно на протяжении суток и более (Радаков, 1964).

Между тем, когда речь заходит о вариациях скоростей миграции даже одного вида, их разброс бывает очень значительным, так у отдельных особей сырти в р. Висле они изменяются от 1 до 17, в отдельных случаях – до 111 км/сут. Средняя же скорость составляет сравнительно небольшую величину 6,4 км/сут, или 0,07 м/с

(Эрм и др., 1970). Аналогичные скорости при миграции крупных карповых рыб достигают 0,3-0,4 м/с (Поддубный, Малинин, 1988).

Оценивая величину энергетических затрат организма рыбы на передвижение следует обратиться к такому понятию как активный обмен. В отличие от рассмотренного нами выше основного обмена, активный помимо затрат энергии на поддержание жизни включает в себя и расход энергии на передвижения (Алексеева, 1967; Бельченко, 1972).

Различия между основным и активным обменом могут составлять у лососевых 7-10 раз (Ивлев, 1959; Brett, 1963); форели 4-7 раз (Smit, 1965; Webb, 1971); карася 4-6 раз (Алексеева, 1967, 1972); кефали 2-7 раз (Алексеева, 1968).

Между тем следует учесть и то, что величина превосходства активного обмена над стандартным (основным) во многом определяется мышечной нагрузкой.

Вышеперечисленные данные были получены в длительных экспериментах при миграционных (крейсерских) скоростях движения рыб. Тогда как на фоне бросковых и максимальных скоростей расход энергии резко возрастает и может превышать величину 2000 % от размера основного обмена (Brett, 1965).

Возвращаясь к факторам, определяющим зависимость продолжительности плавания рыб от скорости их перемещения, следует обратиться к физиологическим основам двигательной активности животных.

Благодаря исследованиям А.В. Палладина, И.П. Охрименко, (1938) А.В. Палладина, (1945) В.С. Фарфель, (1960), А. Cossi et al, (1969); G. Goldspink et al, (1970); Н.Н. Яковлева и др, (1971); J. Karlsson, (1971); Л.А. Бельченко, (1972) наукой накоплен большой багаж знаний, охватывающих изменения в работающей мышце.

В своё время было обнаружено, что разные типы нагрузки обуславливают включение определенных механизмов превращения веществ в организме (Яковлев, 1949, 1950, 1954, 1955, 1958, 1970; Яковлев и др. 1947, 1959, 1961).

Момент начала работы сопровождается резким повышением потребления кислорода тканями, однако, в силу физиологических особенностей кровеносная и дыхательная системы неспособны одномоментно увеличить доставку кислорода к клеткам тела. Поэтому недостающая часть энергии в начале мышечной нагрузки

высвобождается в процессе анаэробных гликогенолитических процессов (Стрелина, 1954; Фердман, 1960; Колотилова, 1969; Margaria, 1970).

Это незамедлительно приводит к образованию в тканях недоокисленных продуктов обмена, которые в основном представлены лактатом (Зимкин, 1954; Аллик, 1965; Ольянская, 1969; Goldspink et al, 1970; Margazia, 1971).

При умеренной работе уже в следующей фазе происходит перекрытие, образовавшегося дефицита кислорода за счет активизации жаберной вентиляции и усиления кровообращения в работающих мышцах (Виноградов, 1965; Black et al, 1966).

Однако при интенсивной работе, когда энергетические затраты организма слишком велики и не могут быть покрыты за счет резервов дыхательной и кровеносной систем, в живом теле наблюдается прогрессирующее накопление недоокисленных продуктов, величина кислородного долга повышается. И как результат наступает быстрое утомление.

Умеренная работа также сопровождается утомлением, но в этом случае оно может быть растянуто во времени, причем существует определенный энергетический оптимум, позволяющий осуществлять работу неограниченно долго. Биохимически это обосновывается результатами исследований F.W.H. Beamisk (1968) по которым при умеренной работе у рыб концентрация молочной кислоты в мышцах уменьшается с увеличением, до некоторого предела, скорости передвижения, благодаря улучшению аэрации крови.

Если рассматривать вышесказанное относительно градации скоростных режимов рыбы, то можно отметить, что плавание с крейсерской скоростью, как правило, не сопровождается накоплением недоокисленных продуктов обмена (лактата) в организме рыбы (Ночачка, 1961, Webb, 1971; Бельченко, 1972; Морозова, 1971, 1972). Тогда как с переходом на максимальные скорости плавания в крови и мышцах рыб значительно возрастает уровень лактата (Black, 1957, 1966; Hammond, Hickman, 1971, 1972).

В зависимости от величины двигательной активности изменяется и продолжительность времени необходимого для восстановления сил после плавания,

что выражается в нормализации уровня лактата в теле. Так, восстановительный период может длиться от 3-10 часов до 24 часов и более (Black et. al., 1962; Wendt, 1965, Heath, Pritchard, 1962; Beamisch, 1966).

Для примера можно привести результаты исследований В.И. Турецкого (1972) по определению величины кислородного долга у хариусов. Автор обнаружил, что относительно малый кислородный долг и максимальный темп его устранения наблюдается у рыб этого вида при крейсерских скоростях плавания, которые равнялись 77-87 см/с или 2,77-3,13 L/с.

При скоростях ниже 77 см/с кислородный долг у плывущих хариусов отсутствует, тогда как при скоростях больше 87 см/с он резко возрастает достигая 40-60 % от общего обмена.

Таким образом, превышение определенного порога скоростей приводит к накоплению в организме рыбы недоокисленных продуктов обмена. Энергия в этом случае расходуется нерационально и при определенных условиях может наступить истощение с последующей гибелью рыбы.

Существует и экспериментальный материал это подтверждающий. Так, В. Стеффенс (1985), проводя опыты на карпах, обнаружил, что плавание сеголеток со скоростью около 10 см/с (длина тела в секунду) ведет к повышению обмена веществ и массовому отходу рыбы. При скорости течения 40 см/с карп еще может держаться в канале потока, но рост его в таких условиях невозможен.

Следует отметить, что представленные автором данные не сопровождались материалом об упитанности рыбы и условиях окружающей среды, поэтому понять, что стало причиной гибели рыбы при ее плавании в диапазоне критических скоростей нельзя. Быть может, к этому привели и иные причины.

Но как бы там не было в рассмотренном описании достаточно красноречиво показана зависимость роста рыбы от скорости течения, что указывает на важность учета данного показателя.

В подтверждение этого можно привести данные, полученные в процессе изучения химического состава рыбы, мигрирующей на большие расстояния. По данным исследователей содержание жира в теле кеты снижается с 9-11 % при заходе

в р. Амур до 3-4 % при выходе на нерестилище, у белорыбицы в реке Волга аналогичные показатели изменяются с 21 % до 2 % (Никольский, 1974). Сельдь шэд за время миграции в реке Коннектикут (США) теряет в массе 44-51 %, у нее расходуется от 50 % до 70 % доступных белков и липидов (Leggett, 1972).

При этом величина потерь энергии во время плавания зависит от пола рыбы и температуры окружающей среды (Glebe, Leggett, 1981).

В энергетическом эквиваленте потери в теле рыбы при миграции могут изменяться в достаточно широких пределах. Так, на каждые 50 км пути кета, мигрирующая в реке Амур, затрачивает 25-29 ккал/кг живой массы или на единицу времени 1,1-1,2 ккал/(кг х ч) (Шмидт, 1947).

На преодоление всего миграционного пути (1200 км) кета расходует до $\frac{3}{4}$ запасов энергии (Винберг, 1956).

Затраты на плавание в крейсерском режиме у рыб колеблются в пределах 2-7 ккал/ (кг х ч), в то время как в покое эти затраты не превышают 0,2-1,0 ккал/(кг х ч) (Кляшторин, 1982).

Таким образом, вполне очевидно, что заставляя рыбу плавать со скоростями, превышающими некоторые пороговые величины, мы тем самым расходует часть кормов в пустую, и вместо того чтобы получить от этого дополнительную продукцию мы теряем ее в виде тепла.

Какой же должна быть оптимальная скорость плавания рыбы, скорость которой позволила бы максимально реализовывать её генетический потенциал. В этом отношении любопытны исследования W.M.Greer et. al. (1978) судя по которым плавание рыбы со скоростями близкими к 1 L/c соответствует наиболее оптимальным условиям ее роста. Это обуславливается тем, что коэффициент полезного действия мышечного аппарата рыбы оказывается максимальным при плавании рыбы в верхнем диапазоне крейсерских скоростей, составляющих 1-3 L/c (Webb, 1971; Матюхин, 1973). При этом такая скорость соответствует оптимальному режиму сокращения мышц при длительном плавании, т.е. способствует оптимизации различных элементов жизнедеятельности особи (Поддубный, Малинин, 1988).

Опираясь на данные физиологических исследований Л.И. Кляшториним (1982), А.А. Яржомбеком (1982) расчетным путем были вычислены оптимальные скорости плавания различных видов рыб (таблица 23).

Таблица 23 - Оптимальные скорости плавания различных видов рыб, полученные расчетным методом (Л.И. Кляшторин, 1982; А.А. Яржомбек, 1982)

Показатель	Семейство				
	Лососевые	Осетровые	Угревые	Карповые	Сельдевые
Размеры рыб, м	0,50	1,50	1,00	0,20	0,25
Стандартный обмен, ккал/(кг х ч) Дж/(кг х ч)	0,18(0,75x10 ³)	0,25(1,05x10 ³)	0,18(0,75x10 ³)	0,25(1,05x10 ³)	0,25(1,05x10 ³)
Оптимальная скорость м/с	0,40	0,60	0,40	0,25	0,30
L/c	0,8	0,4	0,4	1,2	1,2

Вместе с тем как показывает практика величины истинных оптимальных скоростей рыб могут быть и больше, дело в том, что рыбы как живые организмы в ходе своей эволюции выработали достаточно разнообразные приспособительные механизмы, позволяющие им снижать затраты на передвижение в воде. Многообразие последних требует более детального их рассмотрения.

6.3 Возможные адаптационные изменения в затратах энергии на передвижение рыб

Освещение вопроса об энергетических затратах организма рыб на плавание будет далеко не полным без рассмотрения тех адаптационных приспособлений, которые выработались в организме этих животных за многие миллионы лет эволюции.

Как показывает анализ накопленного наукой материала рыбы обладают целым рядом морфологически обусловленных признаков, позволяющих им значительно снижать затраты на передвижение в такой плотной среде как вода. Это обстоятельство способно координальным образом изменить те математические зависимости, которые мы описывали выше. Так, достаточно давно было замечено, что эффективность плавания рыб в описанной нами градации скоростей, от бросковых к максимальным и крейсерским, во многом зависит от целого ряда причин, среди которых величина рыбы, место ее обитания, температура окружающей среды, физиологическое состояние, тренированность и т.д. (Лукьянова, 1938; Строганов, 1949; Павлов, Скибин, 1968).

Наиболее выраженное воздействие среды обитания отмечается в изменении формы тела водных животных (Никольский, 1891; Гессе, 1913; Шулейкин, 1934, 19149, 1958, 1962; Шулейкин и др., 1937; Пучков, 1954; Harris, 1963; Парин, 1968; Овчинников, 1969; Лайтхилл, 1971). Хищные рыбы, способные делать молниеносные броски, имеют, как правило, равномерное по всей длине тело и заостренную голову. Тело медленноплавающих рыб сплющено либо с брюшной стороны, либо с боков.

Столь значительное видоизменение форм у рыб обусловлено тем, что, двигаясь в плотной среде, тело испытывает сопротивление связанное с трением обтекающего потока о поверхность (Шулейкин и др., 1937; Соловьев, 1955; Павленко, 1956; Алеев, 1963; Александер, 1970; Варич, 1971).

Основной причиной любого сопротивления являются вихри, которые препятствуют смыканию потока сзади обтекаемого тела, обуславливают несимметричность распределения давления на поверхность. Преодоление этого сопротивления у водных животных и в особенности у быстроплавающих рыб происходит с помощью приспособлений – ламинизирующих профилей (Алеев, 1963; Першин, 1965; Петров, 1970). Движение этих профилей в определенных режимах сводит к минимуму процессы вихреобразования.

Судя по результатам исследования Ю.Г. Алеева (1963, 1964), наиболее важным приспособлением, направленным на сохранение ламинарности

обтекающего рыбу продольного потока (не позволяющего образовывать вихри) является местоположение наибольшего поперечного сечения рыбы, относительно переднего и заднего концов тела. Показано, что увеличение скорости движения рыб становится возможным при перемещении наибольшей высоты рыбы к хвосту.

Между тем не только форма и размер тела оказывают влияние на скорость и энергозатратность передвижения рыбы в воде. Не менее могущественным фактором является и то, какая поверхность у рыбы и чем она покрыта.

Как известно трение предметов между собой при соприкосновении может быть сведено к минимуму посредством внесения на поверхность специфических смазок. Аналогичным действием обладает и слизь, выделяемая слизистыми клетками кожи рыбы. Слизь на поверхности ее тела уменьшает трение между водой и поверхностью тела, что позволяет рыбе перемещаться с меньшими затратами энергии (Schreder, 1903; Biedermann, 1930; Зенкевич 1944; Шулейкин, 1949; Чайковская, 1979).

Причем в этом отношении природа достигла трудно вообразимого совершенства. Количество слизи для снижения сопротивления воды необходимо крайне мало, и уже в области концентрации $(0,001 \pm 0,1) \%$ высокомолекулярные вещества слизи способны снижать сопротивление при трении (Toms, 1948; Hoyt et al., 1964, 1966; Баренблатт и др., 1965; Горин, Нюрбери, 1967; Castro, Squire, 1967, Г Кобец, 1969; Кобец и др., 1969; Ускова и др., 1971).

Приведем несколько экспериментальных исследований, указывающих на снижение трения рыбы при движении за счет слизистых выделений кожи. Так, Л.Ф. Козлов, В.Е. Пятецкий (1968), В.Е. Пятецкий, Ю.Н. Савченко (1969) проводя исследования на только, что выловленной рыбе установили, что сопротивления о воду буксируемой рыбы с неизменным слизистым слоем на 27 % ниже, чем у ее аналогов, но с удаленной слизью путем коагуляции раствором уксусной кислоты.

Аналогичные данные приводит в своей работе В.И. Турецкий (1975), который на модели омуля и хариуса установил достоверное, на 18-30 %, повышение сопротивления у мертвой рыбы с удаленной слизью.

Таким образом, гидродинамическая роль слизи вполне очевидна. Между тем слизь, как набор веществ, еще не является тем фактором, который снижает сопротивление рыбы о воду при ее движении, как следует из исследований M.W.W.Rosen (1971), Е.Т. Ускова, В.М. Жартовского (1971); А.П. Коваль (1973); А.В. Чайковской (1974), отдельные фракции слизи по-разному способны снижать сопротивления. Причем наиболее эффективными являются те высокомолекулярные вещества, которые вырабатываются только одним типом клеток – зернистыми (Павловский, 1909; Бючли, 1917; Kann, 1927; Суворов, 1948; Строганов, 1962; Коваль, 1972). Как известно, в кожном покрове рыб различают три рода слизистых клеток, среди них бокаловидные, зернистые и колбовидные. Все эти клетки выделяют различный по составу секрет, вероятно в силу этого обстоятельства у медленноплавающих рыб в коже отмечают присутствие всех трех типов клеток. Тогда как по мере увеличения скорости передвижения рыб постепенно исчезают бокаловидные и колбовидные клетки, и у быстроплавающих рыб фиксируются только зернистые клетки (Чайковская, 1974).

Однако, как бы очевидным не было гидродинамическое действие секрета зернистых клеток, далеко не все виды рыб используют для снижения сопротивления о воду именно данный приспособительный механизм. Существуют и другие не менее эффективные средства, в числе которых расположенный в гидродинамически оправданном порядке чешуйчатый аппарат, изменения в подкожной клетчатке (Кудряшов, Барсуков, 1967) (Rosen, 1971). Не говоря уже об этологически обусловленных механизмах адаптации, к числу которых, безусловно, относится плавание рыб в стае. При этом высокая экономичность плавания мелкоразмерных рыб достигается за счет гидродинамических показателей группы, которую формируют рыбы в соответствии со строгими законами поведения (Поддубный, Малинин, 1988).

Таким образом, теоретическое обоснование эффективности плавания рыб в соответствии с их размерами еще не значит исчерпывающее описание данного водного животного, столь сложные механизмы приспособления к среде которые выработали рыбы, способны поставить в тупик самого одаренного математика. Ибо

адаптация рыб к изменяющимся условиям обитания способна коренным образом повлиять на величину энергозатрат при ее передвижении.

Для того чтобы еще больше убедить читателя в нашей правоте, приведем результаты еще одного исследования. Так, Д.С. Павловым, А.М. Пахоруком (1982) была проанализирована зависимость критических скоростей плавания рыб в зависимости от среды обитания, для этого взяли одни и те же виды – плотву, уклею, окуня, леща и синца, живущих в пяти водоемах. По степени убывания величины скоростей течения эти водоемы можно расположить в следующем порядке: дельта р. Волги, верховье р. Волги, ручей Салтыковский, р. Ильдъ, Рыбинское водохранилище.

Оказалось, что критические скорости течения для рыб одних и тех же видов достоверно различаются и располагаются по убыванию скорости именно в этой последовательности.

Таким образом, V_k – есть функция от аргумента тренированности рыб и скоростного режима водоема.

Исходя из этого, достаточно неточными могут быть любые расчеты оптимальных скоростей движения рыб, ибо увеличение длительности пребывания данных организмов в среде с повышенной скоростью течения неминуемо должно привести к повышению величин оптимальных скоростей.

Именно поэтому, рассматривая вопрос энергозатратности различных скоростных режимов у рыб, нам необходимо как можно детальнее изучать возрастные и временные метаморфозы в обмене веществ рыб. Оценивая их с позиций закона сохранения энергии.

С практической точки зрения данная проблема любопытна и тем, что существующие сегодня нормативные акты (ВНИИПРХ, 1986) регламентирующие рыбохозяйственную деятельность садковых хозяйств разработаны с учетом строгих величин скорости водного потока. В частности, для содержания двухлеток карпа оговаривается оптимальная величина скорости течения не более 0,3 м/с, сеголетков не более 0,15 м/с.

Между тем на практике далеко не всегда удается соблюдать эти требования, и не редкость, когда садковое хозяйство строится в местах с превышающей нормативную скоростью течения. Это в частности имеет место при размещении садковых линий в сбросных каналах атомных и тепловых электростанций, при установке их в русле рек.

Прекрасным примером этого является Ириклинское садковое хозяйство, размещенное в сбросном канале Ириклинской электростанции, где диапазон скоростей течения воды изменяется от 0,3 до 0,8 м/с. Аналогичные условия наблюдаются и в ряде хозяйств размещенных в русле рек Волга, Амударья и т.д.

Вместе с тем изменения в скоростном режиме течения воды в местах установки садков способно координальным образом изменить эффективность производства товарной рыбы. Ввиду перерасхода кормов выращивание ее в таких условиях становится менее рациональным. Это происходит уже из-за того, что рекомендованные ВНИИПРХом (1986) для тепловодных хозяйств рецепты комбикормов содержат значительное количество протеина. Так, в стартовом комбикорме РГМ-8М не менее 45 % азотосодержащих веществ, в РГМ-8В не менее 38 %. Они сбалансированы таким образом, что бы рыба затрачивала на движение минимум энергии, а основная ее часть должна пойти на синтез продукции. Это достигается оптимальным соотношением энергии и протеина в рационе. Вместе с тем увеличение энергетических затрат на плавание, неизбежно должно сопровождаться изменением энергопротеинового отношения не говоря уже о том, что часть протеина корма вместо того чтобы трансформироваться в тело рыбы может быть расщеплено для погашения возникшего дефицита энергии в живом теле. И это тогда когда по стоимости доступная энергия протеина белковых концентратов не измеримо больше стоимости энергетического эквивалента жиров или углеводов. Именно поэтому наиболее рациональным ведение садкового хозяйства в условиях с повышенной скоростью течения воды может бы при условии изменения соотношения протеина и энергии в существующих рецептах.

6.4 Методика проведенных исследований

С целью изучения влияния различных скоростей течения воды на эффективность трансформации питательных веществ корма в организме карпа и нахождения путей по оптимизации питания рыбы в период с 2000 по 2002 год была проведена серия экспериментов в условиях садкового хозяйства Ириклинской ГРЭС.

На первом этапе исследований изучены основные характеристики водного потока в сбросном канале ГРЭС, места размещения садкового участка. Для этого была измерена скорость течения воды вдоль всей садковой линии и внутри более чем 20 % всех садков. Полученные данные были использованы для нахождения садков наиболее пригодных для проведения исследований. При этом учитывали направление водного потока в садке, его равномерность, наличие водоворотов и затишей. Принималось во внимание освещенность в ночное время, концентрация кислорода в воде и т.д.

Измерение скоростного режима водного потока производили в трёх повторностях с периодичностью в один месяц, что при сопоставлении с данными гидроцефа Ириклинской ГРЭС позволило разработать линейное уравнение зависимости скорости течения воды в опытных садках от объема подаваемых вод в сбросной канал электростанции.

С целью более полной характеристики условий внешней среды проведены исследования гидрохимического режима. Для этого один раз в месяц отбирали средние пробы воды, которые затем анализировали на содержание: кислорода, никеля, железа, ванадия, меди, сульфатов. Оценивали уровень pH, окисляемость, жёсткость, солесодержание. Исследования проб воды, проводились в лаборатории Ириклинской ГРЭС.

Помимо этого в период выполнения экспериментов проводили измерения температуры воды соответственно утром и вечером.

Методикой первого эксперимента предполагалось формирование 4 групп (по 2 садка в каждой) годовиков карпа со средней навеской 110-130 г. Рыба I и III групп находилась в условиях при которых скорость течения воды в садках не превышала

0,1 м/с. Скорость течения в опытных садках II и IV групп превышала нормативный уровень и составила в среднем за опыт 0,34 м/с. Плотность посадки рыбы 200 шт./м². Размер садков 2,5 х 4,0 м, дель с шагом ячеи 18 мм.

Кормление подопытной рыбы производили полнорационными гранулированными комбикормами из автоматических кормушек типа «Рефлекс Т-1-50». Карпы I и II групп получали комбикорм РГМ-8В, рекомендованный для использования в условиях тепловодного хозяйства. Рыба III и IV групп, выращивалась на комбикорме рецепта № 2, аналогичного по составу РГМ-8В с той разницей, что 75 % рыбной муки в составе РГМ-8В заменяли на пшеницу (таблица 24).

Таблица 24 - Схема I опыта

	Группа			
	I	II	III	IV
Скорость течения, м/с	0,04 -0,07	0,25 -0,36	0,04 -0,07	0,25 -0,36
Характер кормления в подготовительный период опыта (20 суток)	ОР	ОР	ОР	ОР
Характер кормления в основной учетный период опыта (80 суток)	ОР	ОР	ОР1	ОР1

Примечание - ОР – основной рацион, рецепт РГМ – 8В

ОР1 – 75 % рыбной муки в составе

РГМ-8В – заменены на пшеницу.

С учетом результатов исследований, полученных в I опыте, был проведен II эксперимент. Методика выполнения последнего, в общем, была сходной с I опытом,

с той разницей, что в рацион рыбы III и IV групп вводился полнорационный комбикорм РГМ-8В с добавлением 5 % кормового жира (таблица 25).

Таблица 25 - Схема II опыта

	Группа			
	I	II	III	IV
Скорость течения, м/с	0,04 -0,07	0,25 -0,36	0,04 -0,07	0,25 -0,36
Характер кормления в подготовительный период опыта (20 суток)	ОР	ОР	ОР	ОР
Характер кормления в основной учетный период (40 суток)	ОР	ОР	ОР+5% жира	ОР+5% жира

В процессе исследований загрузка автоматических кормушек производилась один раз в сутки, учёт расхода кормов осуществлялся непрерывно в течение всего эксперимента.

Учет вымываемости корма производили с помощью сачка, последний имел квадратный обод с длинной стороны 0,9 м. При изготовлении сачка использовалась дель с шагом ячеей 3 мм.

Выносимый из садка корм собирали в цилиндр вшитый во дно сачка. Цилиндр изготавливали из полимерного материала с диаметром отверстий 1,0 – 1,5 мм. Высота цилиндра составляла 30 см, диаметр 15 см. Основание цилиндра обшивалось марлей, в сформировавшийся таким образом стакан и собирали гранулы корма.

Оценка степени вымываемости корма производилась в трех повторностях в два дня. Методикой исследований предполагалась закладка в кормушку гранулированного корма с известной массой. После чего сачком в течение 1 часа в

межсадковом пространстве собирали не съеденный рыбой корм. Количество потерянного комбикорма устанавливали после высушивания улавливаемого корма до воздушно – сухого вещества с учетом данных по поедаемости комбикорма.

В ходе исследований проводили хронометраж пищевой активности карпов в условиях различных скоростей течения.

Контроль за интенсивностью роста подопытной рыбы осуществлялся путем еженедельного взвешивания.

Переваримость питательных веществ изучалась по М.А. Щербине (1971) методом инертных веществ. Количество переваренных веществ корма устанавливали по соотношению питательных веществ в кормах и экскрементах на единицу индикатора.

Показатель переваримости рассчитывали по формуле:

$$K = 100 - 100 \cdot V_э \cdot I_k / V_k \cdot I_э \quad (2)$$

где К – коэффициент переваримости, %

$V_э$ – процент питательных веществ в экскрементах;

V_k – процент питательных веществ в корме.

I_k – процент индикатора в корме,

$I_э$ – процент индикатора в экскременты.

В качестве индикатора использовали окись хрома, вводимого в корм в количестве 1 %. Опытные образцы корма готовили в виде гранул влажного прессования, сформованные на мясорубке без ножа. После разделения на равные гранулы корм высушивали при комнатной температуре.

С учетом данных о переваримости питательных веществ корма производился расчет показателей обмена энергии в организме рыбы с помощью регрессий предложенных М.А. Щербиной (1979), А.П. Калашниковым и др. (1985) по формулам:

$$ВЭ = 23,95 \cdot СП + 39,77 \cdot СЖ + 20,05 \cdot СК + 17,46 \cdot СБЭВ \quad (3)$$

$$ОЭ = 17,2 \cdot ПП + 29,7 \cdot ПЖ + 11,3 \cdot ПБЭВ + 5,0 \cdot ПК \quad (4)$$

где ВЭ – валовая энергия, кДж

ОЭ – обменная энергия, кДж

СП – сырой протеин, г

СЖ – сырой жир, г

СК – сырая клетчатка, г

СБЭВ – сырые безазотистые экстрактивные вещества, г.

ПП, ПЖ, ПК, ПБЭВ – переваримые протеин, жир, клетчатка, безазотистые экстрактивные вещества, г.

В процессе опытов, в качестве основного метода исследований использовалась методика оценки конверсии подопытной рыбой энергии и протеина корма в ткани тела. Для этого было проведено 3 убоя подопытных карпов, соответственно в начале, середине и конце I опыта. В процессе первого убоя было препарировано 3 карпа, в процессе 2 и 3 убоев по 6 голов из каждой группы. В ходе II опыта было выполнено два убоя в начале и конце эксперимента. При проведении убоев формировались средние пробы скелетной мускулатуры с подкожным и межмышечным жиром, кожи, чешуи, совокупности всех внутренних органов, костной и центральной нервной систем, в которых определяли содержание сухого вещества, протеина, жира и энергии.

С учетом массы тканей и органов, их химического состава и энергетической ценности определяли содержание энергии и питательных веществ в теле подопытной рыбы на момент убоя. Состав прироста живой массы устанавливали по разнице в показателях на начало и конец анализируемого периода.

Эффективность трансформации корма в ткани тела рыб анализировалась по В.И. Левахину и др. (1999). Рассчитывали коэффициенты конверсии валовой (ККВЭ), обменной энергии (ККОЭ) и сырого протеина корма (ККП) по формулам:

$$\text{ККВЭ} = \frac{\text{ЧЭ}}{\text{ВЭ}} \cdot 100; \text{ККОЭ} = \frac{\text{ЧЭ}}{\text{ОЭ}} \cdot 100; \text{ККП} = \frac{\text{П}}{\text{СП}} \cdot 100, \quad (5)$$

где ЧЭ – чистая энергия прироста массы тела, кДж/гол

ВЭ – валовая энергия поступившая в организм кормом, кДж/гол

ОЭ – обменная энергия корма, кДж/гол

П – протеин, отложенный в тело, г/гол,

СП – сырой протеин корма, г/гол.

Химический состав кормов, и частей тела рыбы, а также фекальных масс изучался в комплексной аналитической лаборатории Всероссийского НИИ мясного скотоводства и лаборатории Ириклинской ГРЭС.

По завершению исследований, в условиях ООО «Ирикларыба» была проведена производственная проверка полученных данных, в ходе которой на основе данных по затратам на выращивание товарного карпа и стоимости реализованной продукции была определена экономическая эффективность различных методов оптимизации содержания рыбы в садках с различной скоростью течения.

Основные данные, полученные в опыте, обработаны методом вариационной статистики по Н.А. Плохинскому (1969).

6.5 Оценка опытной базы проведения исследований

К моменту проведения исследований, в период с 2001 по 2002 год, в составе садкового хозяйства было 5 садковых линий общей площадью 10 тыс. м² (рисунки 78, 79).

Садковые линии являются типовыми – ЛМ-4 и ЛМ-5. ЛМ – 4 состоит из 1 подводящей плавсекции, 5 основных плавсекций, 1 разворотной плавсекции. ЛМ-5 укомплектовано 2 подводящими плавсекциями и 1 разворотной плавсекцией.

Все составные части садковых линий соединены между собой шарнирно с помощью проушин и пальцев. В русле канала линии закреплены с помощью береговых бетонных якорей. Конструкция береговых опор обеспечивает безопасный въезд кормораздатчиков на садковые линии.

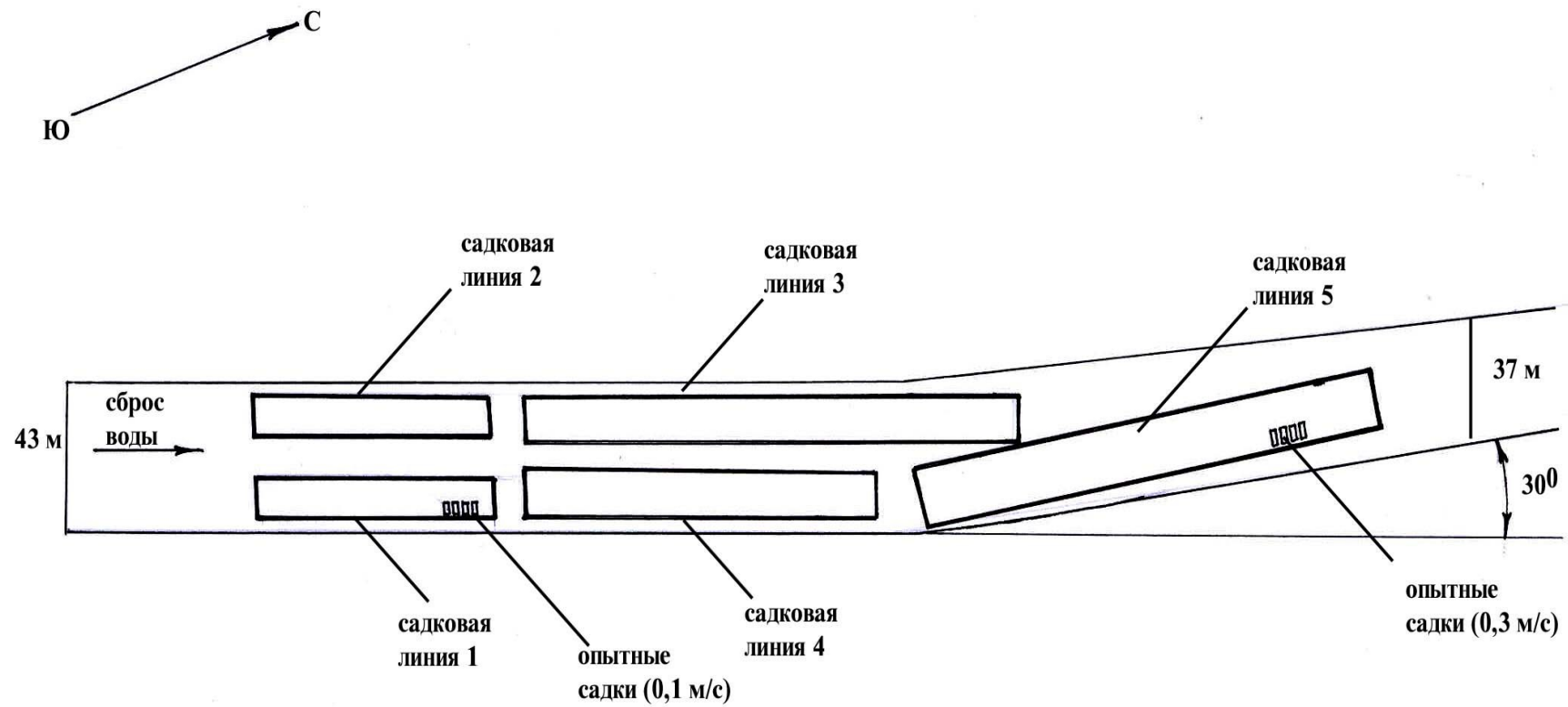


Рисунок 78 - Схема садкового участка при Ириклинской ГРЭС

В целом условия, складывающиеся в период экспериментов, позволили в полном объеме провести экспериментальную часть работы.



Рисунок 79 – Динамика скорости водного потока в сбросном канале вдоль садков 5 садковой линии

Анализ лабораторных данных, накопленных в лаборатории гидроцеха Ириклинской ГРЭС за ряд лет, показал, что вода, поступающая в канал, в целом соответствует требованиям, предъявляемым к воде рыбохозяйственных водоемов.

Так, при нормативном содержании кислорода в воде для карповых на уровне 6-8 мг/л, в нашем случае его уровень составлял 9-11 мг/л.

Окисляемость и БПК также находились в пределах нормы. Вода имеет слабощелочную реакцию. По содержанию ионов тяжелых металлов и отдельных солей качество воды соответствовало норме. В частности, при норме содержания железа менее 1,5 мг/л, (ВНИИПРХ, 1979), его фактическая концентрация составила 0,15-0,32 мг/л. Для меди 0,006-0,007 мкг/л, никеля 0,005-0,008 мкг/л, при норме не более 0,01 мкг/л.

Таким образом, по гидрохимическому составу сбросные воды Ириклинской ГРЭС в основном соответствовали требованиям, предъявляемым к воде рыбохозяйственных водоемов.

Помимо вышеперечисленных показателей нами оценивалась и величина действующего фактора – скорости течения, для чего были проведены замеры скорости течения воды вдоль садковых линий и непосредственно в садках.

Уже первые наблюдения позволили установить, что скорость течения в местах установки первой и второй садковых линий не превышает нормативную, тогда как ниже по течению ввиду перепада высот и сужения канал, скорость течения воды увеличивается, достигая максимума в местах установки 94-110 садка 5 садковой линии. В период первых наблюдений максимальные значения оцениваемого показателя составили 0,7-0,8 м/с.

Между тем, как стало ясно в дальнейшем данная величина была подвержена колебаниям, вызванным изменениями в работе парогенераторов Ириклинской ГРЭС. Дело в том, что последняя как генерирующая единица РАО ЕС России вырабатывает электроэнергию в соответствии с запросами потребителей. В связи с этим объёмы производства энергии на электростанции подвержены колебаниям. Кроме того изменения температуры забираемой воды из Ириклинского водохранилища также требуют соответствующей корректировки теплового баланса, что в летние месяцы приводит к увеличению объемов подаваемой воды. Существующая насосная станция второго уровня оборудована 8 насосами ОП-2-145Э с максимальной производительностью 10 м³/с, что соответствует 288 тыс. т/ч подаваемой воды в сбросной канал.

В период первых замеров скоростного режима (июль-октябрь 2000 г.) количество сбрасываемых вод изменялось от 118510 т/ч до 104197, 95715 и 127655 т/ч.

Сопоставление этих данных с динамикой характеристик водного потока в опытных садках позволило прийти к выводу о линейной зависимости данных величин:

$$U' = 0,00000147 \times X + 0,176 \quad (6)$$

где, U – скорость течения в опытных садках, м/с

X – количество сбрасываемой воды в канал, т/ч.

Более детально останавливаясь на выборе опытных садков следует отметить, что их подбор производился с учетом рельефа дна и меняющегося угла расположения садковой линии к водному потоку. Эти факторы оказали влияние на направление воды в садках, причем на отдельных участках 5 садковой линии были выявлены водовороты и места с отсутствием течения. Учитывая, что эти обстоятельства способны исказить величину действующего фактора, после анализа положение дел было принято решение о выполнении исследований в садках № 100-104 пятой садковой линии. Водный поток на этом участке характеризовался равномерностью по всему сечению канала, его скорость составила величину, близкую к 0,34 м/с.

В качестве контрольных были выбраны садки линии № 1, скорость течения в последних не превышала 0,1 м/с, в то же время концентрация кислорода и целый ряд характеристик (тип кормушек, освещенность в ночное время и т.д.) были идентичны условиям содержания рыбы в опытных садках линии № 5.

6.6 Результаты I опыта

6.6.1 Корма и кормление подопытной рыбы

Кормление подопытной рыбы осуществлялось полнорационными комбикормами производства ЗАО «Ассортимент-АГРО», расположенного в городе Сергиев Посад Московской области. Современные технологии, используемые этим предприятием, позволили приготовить корма желательного состава в сравнительно небольших объемах. Транспортировка гранулированных комбикормов производилась в крап-мешках.

В ходе I опыта нами были использованы комбикорма двух рецептов. Состав первой композиции соответствовал рецепту комбикорма РГМ-8В, рекомендованным Министерством сельского хозяйства для выращивания годовиков карпа в условиях тепловодных хозяйств. Вторая полнорационная кормосмесь отличалась от РГМ-8В

тем, что 75 % рыбной муки в последнем были заменены на зерно пшеницы (таблицы 26, 27).

Таблица 26 - Состав и питательность комбикорма рецепта № 1 (РГМ-8В), г/кг

Показатель	Масса вещества
Состав комбикорма:	
мука рыбная	200
мука мясокостная	60
дрожжи кормовые	90
шрот соевый	260
шрот подсолнечный	250
масло растительное	50
мука пшеничная	80
пшеница	-
премикс ПМ-2	10
В комбикорме содержится:	
сухого вещества	896,0
сырого протеина	400,3
сырого жира	97,1
сырой клетчатки	54,2
БЭВ	233,3
крахмал	50,7
кальция	23,9
фосфора	21,1
натрия	3,22
магния	3,51
серы	3,55
железа, мг	174
меди, мг	15
цинка, мг	60
марганца, мг	34
кобальта, мг	0,3
йода, мг	0,3
Витаминов:	
А, тыс. МЕ	8,0
Д, тыс. МЕ	1,9
Е, мг	67
В ₁ , мг	7,9
В ₂ , мг	7,9
В ₃ , мг	19,7
В ₄ , мг	2397,0
В ₅ , мг	125,3
В ₆ , мг	11,5
В ₁₂ , мкг	58,9

Таблица 27 - Состав и питательность комбикорма рецепта № 2
(модифицированного РГМ-8В), г/кг

Показатель	Масса вещества
Состав комбикорма:	
мука рыбная	50
мука мясокостная	60
дрожжи кормовые	90
шрот соевый	260
шрот подсолнечный	250
масло растительное	50
мука пшеничная	80
пшеница	150
премикс ПМ-2	10
В комбикорме содержится:	
сухого вещества	904,3
сырого протеина	322,9
сырого жира	92,2
сырой клетчатки	54,9
БЭВ	322,0
крахмал	124,0
кальция	14
фосфора	22
натрия	1,6
магния	3,0
серы	3,1
железа, мг	164,3
меди, мг	13,1
цинка, мг	50,9
марганца, мг	36,7
кобальта, мг	0,25
йода, мг	0,62
Витаминов:	
А, тыс. МЕ	8,0
Д, тыс. МЕ	1,9
Е, мг	3,6
В ₁ , мг	8,3
В ₂ , мг	7,3
В ₃ , мг	19,5
В ₄ , мг	1999
В ₅ , мг	121,7
В ₆ , мг	8,3
В ₁₂ , мкг	19,9

При изготовлении комбикормов использован премикс ПМ – 2 (приложение А). В качестве антиоксиданта был использован агидол в рекомендуемых дозах. По результатам исследований состава опытных композиций было установлено, что замена части рыбной муки на зерно пшеницы сопровождалось снижением содержания в корме сырого протеина с 40 % для I рецепта до 32 % для II рецепта. Помимо этого произошло снижение содержания жира на 0,5 %. Вместе с тем введение в комбикорм дополнительного количества растительного сырья привело к увеличению в корме доли сырой клетчатки и БЭВ соответственно с 54,2 и 233,3 г/кг до 59,4, 322,2 кг или на 5,2 и 8,9 %.

Это обстоятельство определенным образом повлияло на качественные показатели корма. Так, в отличие от рецепта РГМ-8В, новый комбикорм характеризовался меньшей водостойкостью (15 минут против 17) и более высокой крошимостью (2,36 %, против 0,41 %).

Однако использованная нами техника кормления рыбы с помощью маятниковых автокормушек нивелировала вышеуказанные изменения в характеристиках комбикормов, и они не могли оказать сколько-нибудь заметного влияния на продуктивность подопытных карпов.

Включение больших количеств пшеницы в комбикорм сопровождалось изменениями в аминокислотном составе. Причем наиболее существенными были изменения в уровне лизина (таблица 28, приложение Б). Так, содержание данной аминокислоты в комбикорме РГМ-8В составило 22-23 г/кг, в комбикорме нового состава её уровень снизился до 15-16 г/кг.

Вместе с тем концентрация лизина в протеине комбикорма рецепта № 2 изменялась не столь существенно, и при её величине 5,7 % для РГМ-8В, во втором случае она составила 4,9 %.

Таблица 28 - Соответствие аминокислотного питания карпа оптимальным условиям

		Показатель									
		Лизин	Гистидин	Аргинин	Треонин	Метионин	Валин	Фенилаланин	Изолецин	Лейцин	Триптофан
Содержание в идеальном белке, % (по М.А. Щербине и др., 1992)		6,6	2,4	5,8	3,9	2,2	4,6	4,6	3,7	6,2	0,8
Рецепт РГМ-8 В	содержание в протеине, %	5,7	2,1	6,1	3,8	1,7	5,0	4,1	4,1	6,3	1,1
	различие с оптимальн., %	-0,6	-0,3	+0,3	-0,1	-0,5	+0,4	-0,5	+0,4	+0,1	+0,3
Рецепт № 2	содержание в протеине, %	4,9	2,1	6,2	3,7	1,6	5,1	4,3	4,1	6,3	1,2
	различие с оптимальн., %	-1,7	-0,3	+0,4	-0,2	-0,6	+0,5	-0,3	+0,4	+0,1	+0,4

Оценивая соответствие набора аминокислот в белке идеальному составу следует отметить, что использованный нами типовой комбикорм РГМ-8В по некоторым позициям не соответствовал оптимальному составу протеина.

В частности это имело место по лизину, дефицит $\Delta 0,6$ %, гистидину ($\Delta 0,3$ %), метионину ($\Delta 0,5$ %) и фенилаланину ($\Delta 0,5$ %).

На этом фоне дефицит нового комбикорма выглядит несколько в ином свете, ибо по гистидину недостаток измерялся той же величиной 0,3 %, а по фенилаланину и вовсе оказался меньше – 0,3 %. Однако, как мы уже указывали

выше, наибольший дефицит в новом рецепте комбикорма отмечался для лизина, недостаток последнего достигал 1,7 %, против 0,6 % для РГМ-8В. Данное обстоятельство, безусловно, сказалось на эффективности превращения корма в организме подопытной рыбы.

6.6.2 Влияние скорости течения на поведение подопытной рыбы

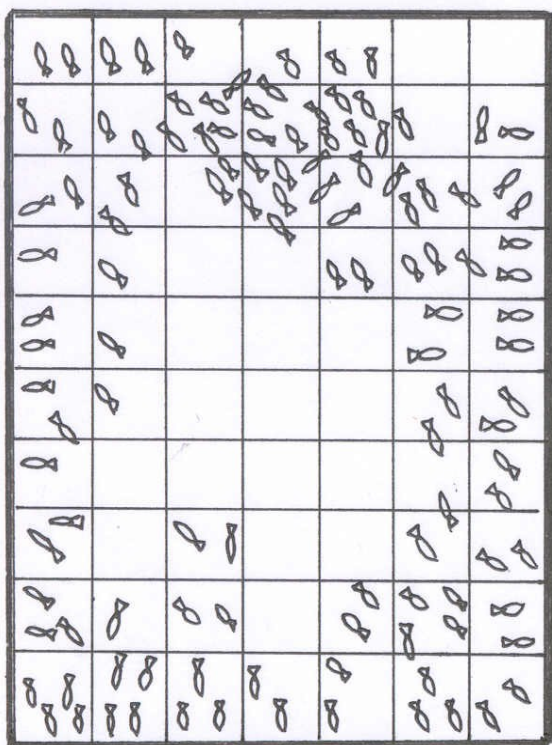
Рыбы являются высокоорганизованными животными, для которых характерно проявление достаточно сложных элементов поведения. Уже в эмбриональный период зародыши рыб способны перемещаться внутри яичевой оболочки в ответ на влияние раздражителей. В ходе онтогенеза поведение рыб постепенно усложняется, становясь все более разнообразным. Одной из его форм является таксис, т.е. направленное перемещение. В зависимости от условий среды направление таксисов могут изменяться (Аминева, Яржомбек, 1984).

Изучаемый нами фактор также оказал влияние на особенности поведение рыбы.

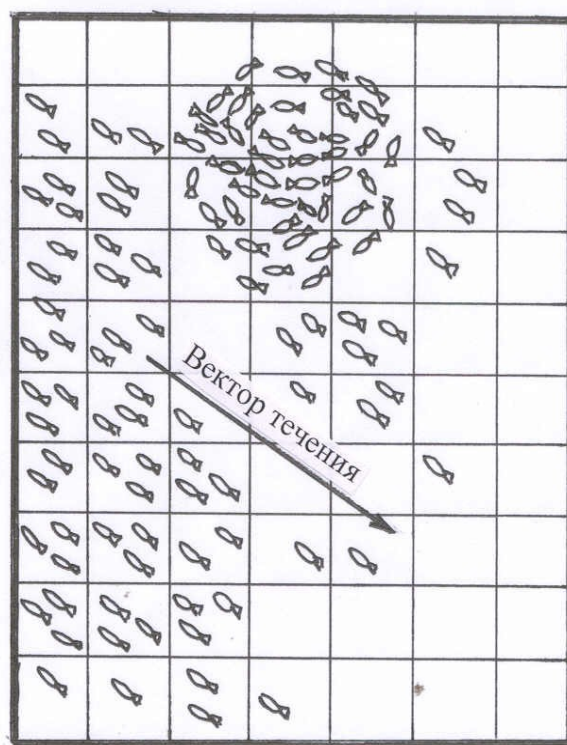
В дневное время суток в условиях садка с допороговой интенсивностью водообмена рыба распределялась по всей площади садка. При этом отдавала предпочтение участкам, расположенным вдоль боковых стенок садка, где рыба объедала обрастания, и месту просыпания корма из кормушки. Участок в центре садка как правило оставался свободным, только отдельные особи изредка заплывали в этот район (рисунок 80).

Поведение рыбы в условиях сверхпороговых скоростей течения было иным. В силу рефлекса реотаксиса карпы, находясь на течении, вынуждены непрерывно преодолевать его.

При этом, как правило, карпы двигались большими стаями, выстраиваясь в гидродинамически-оправданные группы. Авангардные особи прижимались к стенке садка, поедая обрастания или двигаясь вдоль её плоскости. Перемещение рыб в стае происходило как из глубины садка в авангард, так и по касательным к вектору течения.



А



Б

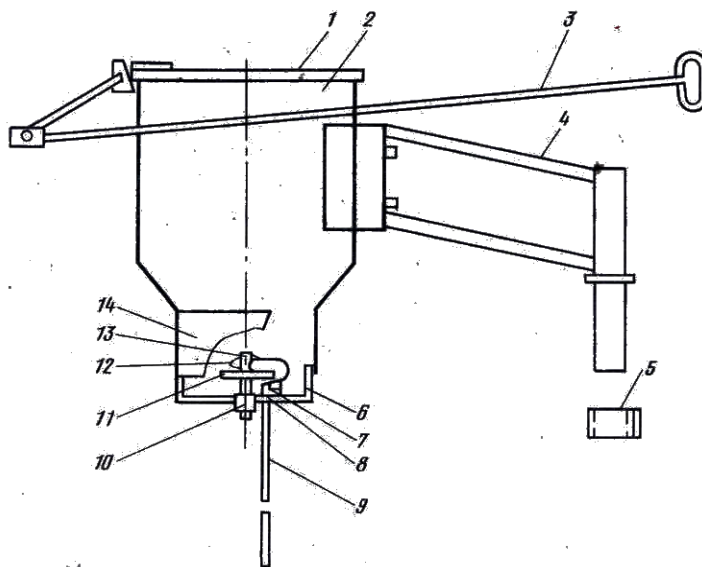
А при $U < 0,1$ м/с, Б при $U \geq 0,3$ м/с

Рисунок 80 - Схема распределения рыб на свету в условиях различных скоростей течения

В отличие от случая с низкой интенсивностью водообмена, в садках с повышенной скоростью течения, в период всего светового дня рыба находилась в центре садка. При этом отдельные особи, находясь в непосредственном соприкосновении с кормящейся группой рыб под кормушкой, совершали броски и захватывали утерянные кормящейся стаей частицы корма.

В процессе исследований кормление подопытной рыбы производилось из автокормушек типа «Рефлекс Т-1-50» (рисунок 81). Конструкция последней позволяет выдавать корма по требованию рыбы, это происходит посредством передачи усилия с поверхности воды через маятник. Условный рефлекс к такому кормлению у рыбы вырабатывается в достаточно короткий промежуток времени.

Отклонения маятника в любую из сторон сопровождается высыпанием корма, что привлекает рыбу к поверхности и постепенно приучает её к поеданию кормов из кормушки. По некоторым оценкам условный рефлекс к поеданию корма из кормушек такой конструкции возникает уже через 1-2 часа (Лавровский, 1977, 1978).



1- крышка; 2-бункер; 3- тяга для открывания крышки; 4-кронштейн; 5-опорный стакан; 6- поперечина; 7-винт; 8-шаровая опора; 9-маятник; 10-гайка; 11-столик; 12-петлеобразный сбрасыватель гранул; 13-оградительный штырь; 14-влагозащитный кожух

Рисунок 81 - Автокормушка "Рефлекс Т-1-50": (по Ю.А. Привезенцеву, 1991)

В начале наших исследований все использованные кормушки были отрегулированы по величине зазора между диском и нижним краем бункера, что обеспечило соблюдение необходимых требований по чистоте исследований.

Как следует из результатов оценки пищевой активности подопытной рыбы изменение скорости течения непосредственно отразилось на времени кормления рыбы. Повышение водообмена сопровождалось увеличением совокупного времени кормления с 873 минут за сутки в I, III группах до 998 минут в среднем по II и IV группам или на 14,3 % (приложения В, Г).

Наибольшая продолжительность непрерывного кормления во всех анализируемых случаях приходилась на вечернее и ночное время, достигая в отдельных случаях 4 и более часов. В то же время в утренние часы пищевая активность была не высокой и длительность непрерывного кормления рыбы составляла, как правило, 2-4 минут. Причем карпы в условиях низкой скорости течения в период с 8⁰⁰ до 12⁰⁰ почти не поедали корм, опускаясь на дно садка (рисунок 82).

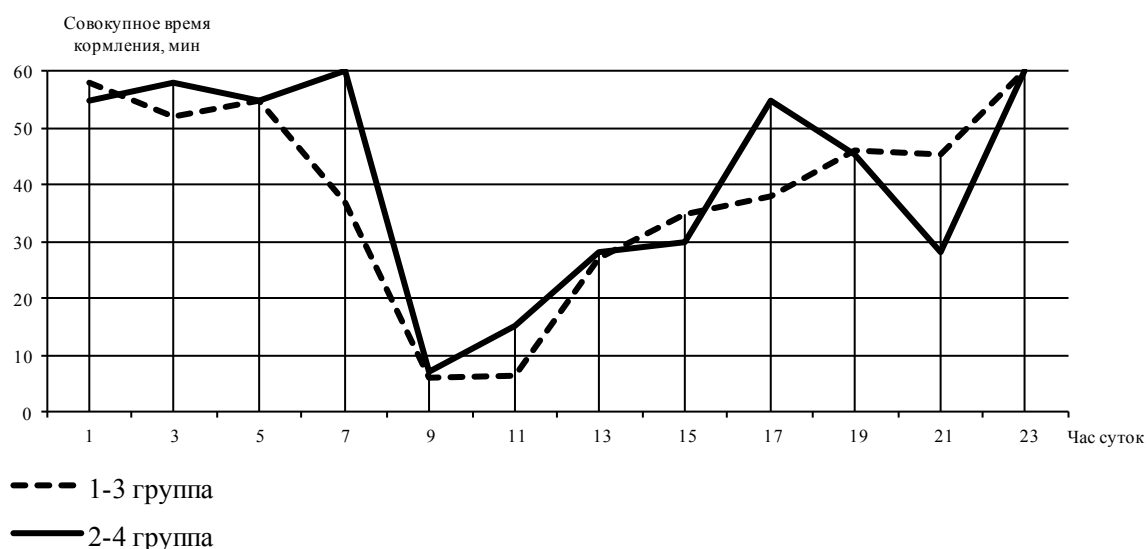


Рисунок 82 - Время кормления карпа в период суток, мин

Сравнительная оценка пищевой активности рыбы показывает, что карпы II и IV групп проявляли наибольшую активность в периоды с 2⁰⁰ до 6⁰⁰, с 10⁰⁰ до 13⁰⁰ и с 16⁰⁰ до 20⁰⁰.

Одновременно на фоне низкой скорости водного потока рыба большее время питалась с 14⁰⁰ до 16⁰⁰ (рисунок 83).

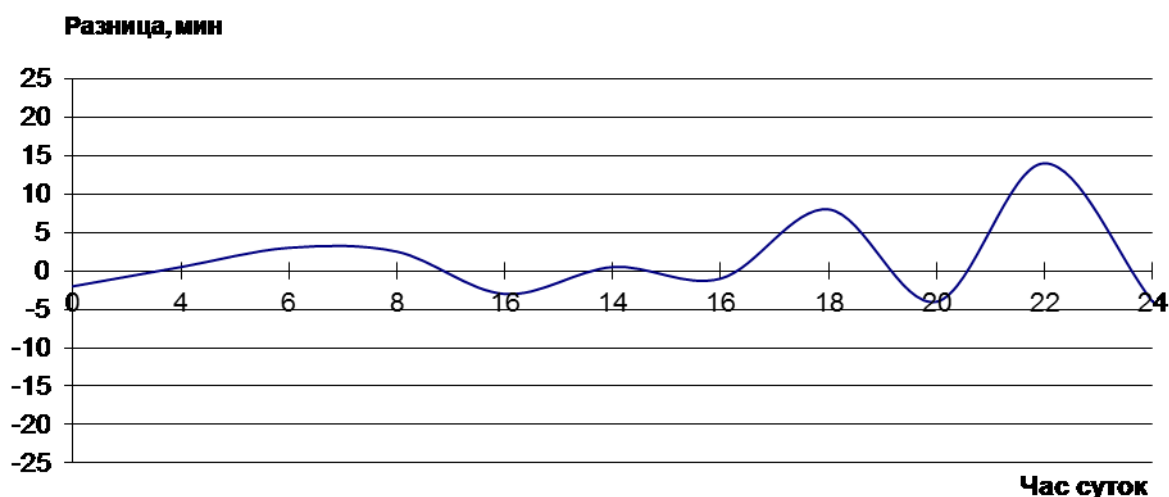


Рисунок 83 - Время кормления карпа в садках со сверхпороговой скоростью течения относительно садков с допороговой скоростью течения

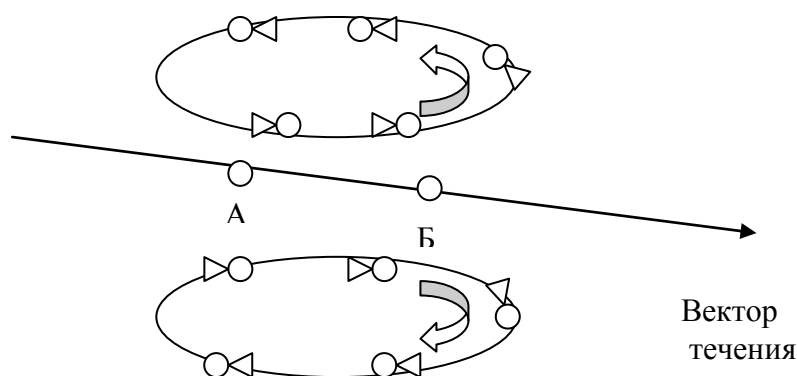
Поведение кормящейся рыбы в условиях меняющейся скорости течения также изменялось. «Вытрясание» корма из кормушки во всех случаях производилось большой группой рыб от 100 и более особей.

При низкой скорости течения карпы, находясь у поверхности, в районе маятника осуществляют зачастую хаотические движения по направлению к месту падения на воду гранул из кормушки.

В этом случае направление движения всей кормящейся совокупности особей происходит или по большому кругу на поверхности воды, или циклично из глубины на поверхность к месту просыпания корма и опять в глубину.

Течение как фактор внешней среды кардинальным образом изменяет специфику поведения рыбы. Ввиду сноса карпов потоком воды, им приходится преодолевать его ориентируясь как по его вектору, так и против вектора течения. Это происходит следующим образом. Кормящиеся рыбы плотно прижимаются к друг другу, их движение происходит по двум соприкасающимся орбитам. Стремясь к месту просыпания на воду корма, карпы достигая точки падения гранул, захватывают их и увлекаемые течением сносятся вниз, пережёвывая глоточными зубами корм. В этот момент рыба не затрачивает сил на передвижение и только

после выхода во внешнюю часть кормящегося косяка, разворачивается против течения и вновь преодолевает его в стремлении достичь точки падения корма (рисунок 84).



А – точка просыпания корма из кормушки, Б – точка соприкосновения маятника с водой

Рисунок 84 - Поведение карпа во время кормления в садках со сверхпороговой скоростью течения

Скоординированность движения стаи определяется тем, что далеко не все рыбы проходя место падения гранул успевают их захватить. Особи которые находятся позади также стремятся к корму. Это ограничивает время пребывания рыбы в желательном месте. Течение также сокращает время вероятного кормления. В итоге карп, не отличающийся в природе быстротой поедания кормов, вынужден кружить по кругу, получая пищу малыми порциями.

Таким образом поведение рыбы в условиях сверхпороговых скоростей течения закономерно изменилось, что могло стать одной из причин снижения затрат энергии на плавание.

6.6.3 Потребление и переваримость питательных веществ корма

Учитывая тесную зависимость эффективности обменных процессов у рыб, в общем, и пищеварения, в частности, от температуры окружающей среды мы в ходе своих исследований непрерывно производили измерение её величины. Анализируя полученный материал можно констатировать, что средняя температура воды за период эксперимента с 10 июля по 30 сентября 2001 года составила 25,4 °С (приложение Д). При этом наивысшие температуры отмечались в 3 декаду июля и 1 – 2 декаду августа, достигая 27-28 °С. В последующем динамика оцениваемого параметра характеризовалась непрерывным падением до 20-21°С в последнюю декаду эксперимента (рисунок 85).

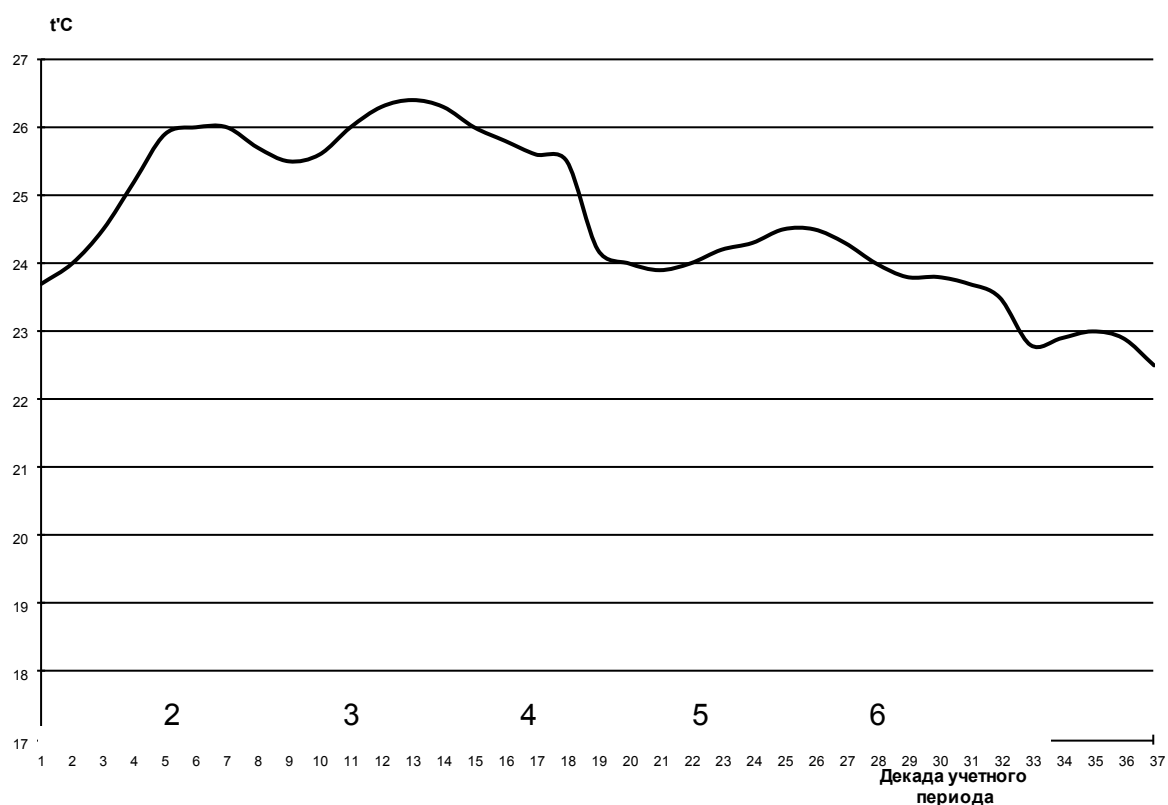


Рисунок 85 - Динамика температуры воды в опытных садках

Как следует из результатов исследований, потребление корма подопытной рыбой находилось в тесной зависимости от температуры воды. Наибольшая поедаемость корма (в относительном выражении) приходилось именно на период

максимальных температур, достигая в отдельные дни 7-9 % от массы рыбы. При этом за период всего эксперимента наибольшее потребление корма отмечалось нами в I группе и составляло 1889,5 г/гол (таблица 29).

Таблица 29 - Потребление корма подопытной рыбой, г/гол/период

Группа	Период опыта, сут.		
	1-40	41-80	За опыт
I	670,5	1219,0	1889,5
II	728,4	1153,6	1882,0
III	685,0	1052,2	1737,2
IV	725,9	993,8	1719,6

Данная величина превышала уровень II группы на 0,4 %, III на 8,8, IV на 9,9 %. Вместе с тем в начале эксперимента положение дел было иным и группы, находившиеся в условиях повышенной скорости течения, в большем количестве потребляли корма.

Так, за период первых 40 суток опыта, различия по поедаемости корма составили 8,6 %, между I и II группой, 6,0 % между III и IV.

Одной из причин этого явилось вымывание корма из садков, по нашим расчетам величина потерь корма вследствие течения составляла около 2,8 %. Однако по мере увеличения расхождений в живой массе, действие фактора повышенной скорости водного потока на поедаемость корма нивелировало.

В ходе исследований нами была проведена оценка эффективности превращения опытных комбикормов в организме подопытных карпов. На первом этапе мы изучали переваримость питательных веществ корма, на втором – эффективность трансформации их в ткани тела рыбы. Как показали результаты наших исследований замена 75 % рыбной муки в составе комбикорма РГМ-8В

привело к снижению на 3,34 % переваримости органического вещества корма в III и IV группах (таблица 30, приложение Е).

Таблица 30 - Коэффициенты переваримости питательных веществ опытных комбикормов, %

Коэффициенты переваримости питательных веществ опытных комбикормов		Группа	
		I и II в среднем	III и IV в среднем
Органическое вещество		69,21	65,87
Сырой протеин		77,21	72,44
Сырой жир		78,51	81,37
Углеводы	в среднем	54,90	57,60
	легко гидроли- зуемые	60,70	62,95
	трудно гидроли- зуемые	30,11	28,72

Основной причиной этого явления было падение переваримости протеина у карпов, получавших рецепт № 2. Так, если в I и II группах коэффициент переваримости азотосодержащих веществ, составлял 77,21 %, то в III и IV последний оказался ниже на 4,77 %. Вместе с тем переваримость других органических веществ – сырого жира и углеводов были выше в III и IV группах на 2,79 и 2,70 %.

Однако даже на фоне более высокой степени использования этих веществ в организме рыбы III и IV групп, содержание обменной энергии в рецепте № 2 оказалось ниже, чем в РГМ – 8В, и если в первом случае её уровень достигал 9,69 МДж/кг СВ, то во втором – 10,33 МДж/кг СВ, или на 0,64 МДж больше. Энерго-

протеиновое отношение изменялось соответственно от 0,47 до 0,57. Как и следовало ожидать, высокая насыщенность энергией комбикорма РГМ-8В предопределила больший уровень потребления её с кормом в I и II группах (таблица 31).

Таблица 31 - Поступление с кормом питательных веществ и энергии в организм подопытной рыбы, г/гол/период

Поступление с кормом	Группа			
	I	II	III	IV
	1-4 декада опыта			
Сушого вещества, г	600,8	634,9	619,4	638,5
Сырого протеина, г	266,5	281,6	222,3	229,1
Валовой энергии, кДж	12338	13038	12399	12781
Обменной энергии, кДж	6208	6561	6001	6185
	5-8 декада опыта			
Сушого вещества, г	1092,2	1005,5	951,5	874,2
Сырого протеина, г	484,6	446,1	341,3	313,2
Валовой энергии, кДж	22430	20649	19046	17497
Обменной энергии, кДж	11288	10392	9207	8468
	За период опыта			
Сушого вещества, г	1693,0	1640,4	1570,9	1512,7
Сырого протеина, г	751,1	727,7	563,6	542,3
Валовой энергии, кДж	34768	33660	31445	30254
Обменной энергии, кДж	17496	16953	15208	14653

П р и м е ч а н и е - При расчёте характеристик, поступившего вещества, учитывали вымываемость корма в садках II и IV групп.

В частности, уже за период первой половины эксперимента, по поступлению обменной энергии с кормом, I и II группы превосходили III и IV на 3-10 %. В последующем расхождения между группами ещё более увеличились, таким образом, что за весь опыт потребление обменной энергии с кормом в I группе составив 17496 кДж/гол, превысило уровень аналогичного показателя в III и IV группах на 15,0 и 19,4 %, тогда как в сравнении со II группой различия оказались минимальными – 3,2 %.

Таким образом, подопытная рыба II и IV групп получила с кормом различное количество энергии, доступной для обмена, что на фоне повышенных мышечных нагрузок не замедлило сказаться на интенсивности роста карпа.

6.6.4 Рост и развитие карпов

Как мы и прогнозировали в начале своих исследований, частичная замена рыбной муки на пшеницу в составе РГМ-8В сопровождалось падением интенсивности роста подопытной рыбы. Это выражалось в достоверном снижении живой массы карпов III группы относительно I начиная с 3 декады опыта, когда различия между группами достигли 22,5 % ($P<0,001$). Превосходство I группы по живой массе сохранялось и в последующем, составив 19,5 % ($P<0,001$) после 4 декады, 23,2 % ($P<0,001$) после 5, 19,8 % ($P<0,001$) после 6, 21,9 % ($P<0,001$) после 7 и 25,0 % ($P<0,001$) после 8 декады эксперимента (таблица 32).

Продуктивное действие комбикорма, приготовленного по второму рецепту, оказалось ниже и на фоне повышенных скоростей течения. Так, живая масса карпов IV группы после 3 декады эксперимента была достоверно, на 25,3 % ($P<0,001$), ниже уровня II группы. В последующем динамика роста не претерпела изменений и к концу эксперимента превосходство II группы над сверстниками составило 19,5 % ($P<0,001$).

Таблица 32 - Динамика живой массы подопытной рыбы, г

Группа	Декада учетного периода								
	Начало опыта	1	2	3	4	5	6	7	8
I	118,0±0,68	153,0±0,91	205,9±0,90	347,2±1,25	449,1±3,71	600,2±4,85	740,4±5,07	870,5±6,10	954,9±10,15
II	122,5±1,25	155,0±4,18	203,7±3,71	330,1±1,14 [*]	428,5±5,18 [*]	557,0±6,77 ^{**}	684,8±9,15 ^{**}	783,5±11,14 ^{***}	822,2±13,18 ^{***}
III	119,5±0,77	150,9±2,15	192,4±4,21	283,4±5,81	375,8±6,88	487,2±9,11	618,0±10,78	714,1±12,01	763,9±14,85
IV	122,0±3,71	147,4±5,22	184,3±6,33	263,4±7,12	340,1±8,26 [*]	466,0±9,71	570,4±12,14	644,9±13,1 [*]	688,2±17,15 [*]
* - P <0,05; ** - P <0,01; *** - P <0,001. Сравниваемые пары групп I-II, III-IV.									

Таблица 33 - Динамика приростов живой массы подопытной рыбы, г/гол/декаду

Группа	Декада учетного периода								
	1	2	3	4	5	6	7	8	За весь опыт
I	35,0	52,9	141,3	101,9	151,1	140,2	130,1	84,4	836,9
II	32,5	48,7	126,4	98,4	128,5	127,8	98,7	39,0	700,0
III	30,8	42,1	91,0	92,4	111,4	130,8	96,1	49,8	644,4
IV	25,4	36,9	79,1	76,7	125,9	104,4	74,0	43,3	566,2

В целом условия, складывающиеся в период экспериментов, позволили в полном объеме провести экспериментальную часть работы.

При графическом рассмотрении описываемой зависимости следует отметить, что наибольшее относительное падение интенсивности роста карпов II, III и IV групп приходилось на период 3 декады эксперимента, когда относительная величина массы тела во II группе снизилась на 4,1 %, в III на 15,5 %, в IV группе на 20,1 % по сравнению с I группой (рисунок 86).

В период со 2 по 3 декаду эксперимента скорость роста карпов I группы составила 14,1 г/гол/сут, что на 1,5 г (18,6 %) было больше, чем во II и на 5,0 г (54,9 %) и 6,2 г (78,6 %) больше чем соответственно в III и IV группах (таблица 33).

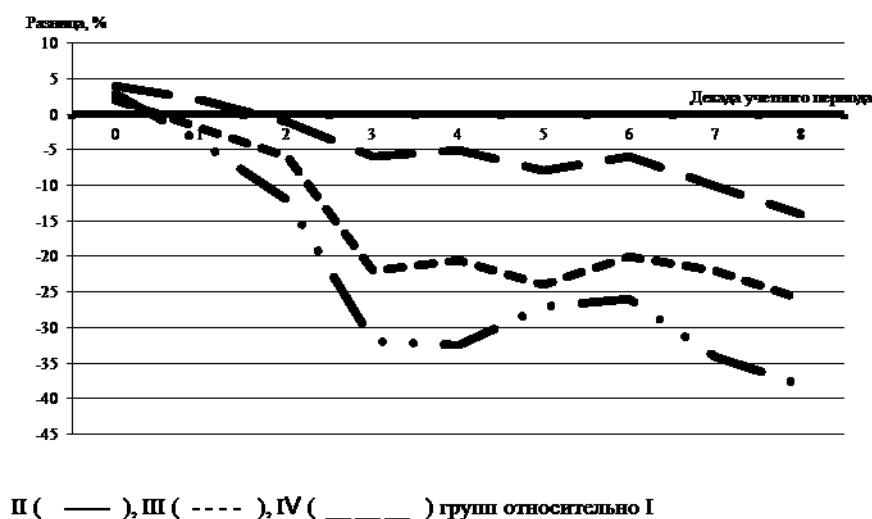


Рисунок 86 - Динамика живой массы подопытной рыбы

Однако в последующем различия в интенсивности роста рыбы были менее значительными вплоть до последней декады эксперимента. Неравномерность роста подопытной рыбы в определенной степени можно объяснить изменениями температурного режима воды. Как было показано выше, пик температур приходился именно на 3 декаду опыта, когда вода прогревалась до 27-28 °С, что и определило повышение интенсивности обмена веществ в организме подопытной рыбы. В этой связи вполне уместно вспомнить результаты исследований Ю.А.

Привезенцева (1991), судя по которым продуктивное действие высокобелковых комбикормов наиболее выражено при температурах воды 26-30 °С. Именно поэтому снижение питательности комбикорма рецепта № 2 было сопряжено с наибольшим падением относительной скорости роста рыбы в период пика температур. Оценивая характеристику роста рыб в сравниваемых парах I-II и III- IV групп можно отметить, что повышение скорости течения в местах установки садков способствовало снижению интенсивности роста рыбы во всех случаях с той разницей, что отмечаемое негативное действие данного фактора во II группе было достоверным по отношению к I группе, начиная с 3 декады опыта, тогда как превосходство III группы над IV по живой массе было достоверным только в 4,7 и 8 декаду, когда различия достигали 10,5 ($P<0,05$), 10,7 ($P<0,07$) и 11,0% ($P<0,05$). Причиной этого по всей видимости явилось более низкое продуктивное действие рецепта №2 в сравнении с РГМ – 8В, что в принципе и определило относительно меньшую зависимость показателя весового роста в III-IV группах от скорости течения, чем это было в сравниваемой паре I и II групп. Действительно, негативному действию внешнего фактора более подвержены особи с высокой продуктивностью, чем низкопродуктивные животные.

6.6.5 Морфологический состав тела подопытной рыбы

В процессе эксперимента было проведено 3 контрольных убоя подопытной рыбы соответственно в начале, середине и в конце учетного периода. Это позволило получить более полную информацию о морфологических и химических изменениях в теле карпа при различных условиях содержания.

Как показали результаты исследований, изменение скорости течения в местах установки садков непосредственно отразилось на интерьере подопытной рыбы (таблицы 34, 35).

Таблица 34 - Результаты контрольного убоя подопытной рыбы после 40 суток эксперимента, г

Группа	Показатель					
	Предубойная живая масса	Содержимое пищеварительного тракта	Желудочно-кишечный тракт	Кожа	Внутренний жир	Скелетная мускулатура с подкожным и межмышечным жиром
I	432,8±22,5	31,0±4,0	14,0±1,6	37,6±3,6	5,9±0,9	166,7±18,2
II	421,9±33,3	34,7±4,9	9,4±1,3	35,7±2,0	11,2±1,3*	163,8±11,1
III	380,3±8,9	35,7±1,7	8,8±0,4	32,8±1,3	12,0±0,7	142,3±5,1
IV	327,0±23,5	29,7±2,4	10,0±0,9	29,6±1,5*	12,7±2,3	124,6±9,9
* - P<0,05						

После первой половины опыта это выражалось в увеличении массы внутреннего жира у рыбы II и IV групп, относительно I и III, соответственно на 89,8 (P<0,05) и 5,8 %. К концу эксперимента напротив, в теле рыб находившихся в условиях нормативных скоростей течения, относительное содержание внутреннего жира повышалось до 30,5 г в I и 20,8 г/гол в III группе, что на 10,2 (P<0,05) и 4,4 % превосходило уровень соответственно II и IV групп.

Столь диаметрально противоположный результат действия оцениваемого фактора объясняется на наш взгляд значительным превосходством по живой массе рыб I и III групп над сверстниками из II и IV групп.

Так, если предубойная живая масса карпов после 40 суток эксперимента различалась на 2,6 и 16,3 %, то к концу опыта данная разница составляла уже 12,1 и 12,0 %. Именно благодаря этому обстоятельству большинство из анализируемых весовых характеристик в I и III группах оказались выше. В частности, по массе скелетной мускулатуры с подкожным и мышечным жиром превосходство

вышеотмеченных групп составляло 1,8-14,1 % после 40 и 6,4-12,0 % после 80 суток опыта. По массе кожи различия достигали 5,3-10,8 (P<0,05) и 19,1-10,9 % (P<0,05) соответственно.

Таблица 35 - Результаты контрольного убоя подопытной рыбы в конце эксперимента, г

Группа	Показатель					
	Предубойная живая масса	Содержимое пищеварительного тракта	Желудочно-кишечный тракт	Кожа	Внутренний жир	Скелетная мускулатура с подкожным и межмышечным жиром
I	944,9±53,2	38,3±4,4	26,5±0,4	72,3±1,6	30,5±2,2	402,8±21,6
II	842,9±40,2	47,2±3,5	21,8±2,4	60,7±2,6*	20,3±1,5*	378,5±8,9
III	742,9±19,8	25,8±1,3	27,5±2,7	56,0±4,9	20,8±1,73	305,3±12,0
IV	675,5±12,1	43,5±3,0	16,2±1,5	50,5±2,5	16,4±3,2	272,7±7,4
* - P<0,05						

Действие скорости течения как фактора внешней среды на морфологический состав тела рыб было опосредовано не только через изменения в живой массе карпа. Адаптация опорно-двигательного аппарата к повышенным мышечным нагрузкам происходила через гипертрофирование скелетной мускулатуры, что определило увеличение её удельной массы в теле рыб II группы до 38,8 после 40 и 44,9 % после 80 суток опыта, что соответственно на 0,3 и 2,3 % превосходило уровень I группы. Аналогичная разница в сравниваемой паре III и IV групп составляла 0,7 и 0,5 %. Подобные результаты были получены и в процессе исследований морфологического состава тела рыб с одинаковой живой массой (таблица 36).

Таблица 36 - Удельная доля отдельных тканей и органов в теле рыб с одинаковой живой массой, %

Показатель		Группа					
		I	II	III	IV	I, III среднее	II, IV среднее
n		3	3	3	3	6	6
Масса рыб с опорожнённым ж.к.т., г		343,0±8,88	336,9±4,61	333,3±14,31	335,8±12,23	338,2±6,38	336,4±16,59
Удельная доля	скелетной мускулатуры с подкожным и межмышечным жиром	39,3±0,06	41,4±0,48*	41,4±0,35	42,8±0,52*	40,4±0,41	42,1±0,37
	тканей желудочно-кишечного тракта	2,8±0,14	2,7±0,07	2,9±0,07	3,2±0,25	2,85±0,21	2,95±0,26
	внутреннего жира	1,7±0,22	3,2±0,28**	3,1±0,04	3,1±0,02	2,4±0,23	3,2±0,30
* - P<0,05; ** - P<0,01							

В частности, относительная масса скелетной мускулатуры во II и IV группах повысилась в сравнении с I и III группами на 2,1 ($P<0,05$) и 1,4 % ($P<0,05$).

Морфологические изменения в организме карпа в связи с меняющимся составом рациона были менее выраженными.

Ожидавшегося нами повышения удельного содержания в теле рыб III и IV групп массы тканей желудочно-кишечного тракта мы не обнаружили, напротив, введение в рацион дополнительного количества углеводов привело только к тенденциозному повышению данного показателя на 0,1 % и 0,5 %.

Но как будет показано ниже, изменение состава рациона всё же сказалось на составе тела рыбы, и выражалось в трансформации отношений химических веществ.

6.6.6 Состав и содержание химических веществ в теле подопытной рыбы

Закон взаимозависимости структуры и функции является краеугольным камнем в здании современного учения о живом организме. Данная закономерность определяет как морфологическую обусловленность всех функциональных изменений в организме, так и зависимость химического состава тела от формообразовательных процессов.

В этой связи уникальность рыб состоит в том, что являясь низшими из позвоночных данный класс организмов уже в ранний постэмбриональный период приобретает постоянную формулу тела, после чего эта форма изменяется крайне незначительно, а рост тела продолжается всю жизнь. При этом в течение всего онтогенеза отложение белка в организме происходит непрерывно, что не свойственно другим позвоночным.

Данный факт имел место и в наших исследованиях. Так, если на момент начала эксперимента при средней живой массе 128,1 г в теле карпов содержалось порядка 13,7 % протеина, то в последующий период данная характеристика не просто оставалась неизменной, но и увеличилась до 14,1-16,1 % к концу исследования (таблицы 37, 38).

Таблица 37 - Химический состав тела подопытной рыбы после 40 дней опыта, %

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Вода	70,9±0,53	70,5±0,25	69,6±0,29	69,4±0,34
Сухое вещество	29,1±0,53	29,5±0,25	30,4±0,29	30,6±0,34
Протеин	13,8±0,22	13,3±0,12	13,9±0,08	13,6±0,38
Жир	14,0±0,28	14,7±0,38	14,9±0,17	15,5±0,22

На первый взгляд изменения в химическом составе тела рыбы, находящейся в условиях повышенной скорости течения носили противоречивый характер.

В частности, если после 40 дней опыта уровень жира в гомогенате тела подопытных карпов II и IV групп имел тенденцию к повышению на 0,6-0,7 % относительно I и III групп, то в последующем, напротив, снижался на 0,5-1,3 % к концу опыта.

Таблица 38 - Химический состав тела подопытной рыбы в конце опыта, %

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Вода	63,7±1,06	65,6±1,96	63,4±0,16	63,6±0,12
Сухое вещество	36,8±1,06	34,4±1,96	36,6±0,16	36,4±0,12
Протеин	16,1±0,92	15,2±0,75	14,1±0,21	14,2±0,08
Жир	18,2±0,35	16,9±1,00	20,8±0,24***	20,3±0,17
*** - P<0,001				

Однако данная противоречивость развития событий достаточно легко разрешается, если анализировать динамику живой массы подопытной рыбы. Судя по результатам контрольного взвешивания в течение первых 40 дней эксперимента средняя живая масса в сравниваемых группах отличалась на величину не более 10

%, тогда как к концу опыта превышала 30 %. В этой связи вполне определенно, что прогрессирующий рост разницы между группами по массе к концу опыта определил и повышение содержания жира в теле. Тесная зависимость уровня жира в организме от размера тела общеизвестна, поэтому вполне определенно, что именно увеличение живой массы в I и III группах сопровождалось аналогичным повышением концентрации жира в теле. В подтверждение этого умозаключения можно провести результаты наших исследований по оценке химического состава тела рыб имеющих одинаковую живую массу (таблица 39).

Отобрав из опытных садков особей с одинаковой живой массой ($W = (356,1 \pm 12,00)$ г) мы обнаружили, что у карпов, выращенных в условиях повышенной скорости течения количество жира в теле достоверно выше чем у их сверстников из двух других групп. В частности, в сравниваемых парах I и II групп эти отличия составили 11,5 % ($P < 0,05$), III и IV групп – 12,7 % ($P < 0,01$). При этом расхождения между группами по количеству протеина в организме были незначительными и статистически недостоверными. Как следует из наших исследований, наибольшие различия между I, III и II, IV группами по отложению жира в организме отмечались для смеси тканей костной, центральной нервной систем и внутренних органов (приложения Ж, И, К). Так, по содержанию данного вещества у рыб после 40 дней опыта отмечаемые расхождения в тканях костной и центральной нервной систем составили 0,82 % между I – II, 2,66 % между III и IV группами. Аналогичная разница по составу внутренних органов достигла соответственно 10,07 и 11,59 %.

Изменения в химическом составе тела рыб отразились на содержании вещества и энергии в организме (таблицы 40, 41).

Таблица 39 - Состав гомогената тела рыб с одинаковой живой массой

Показатель		Группа					
		I	II	III	IV	I, III среднее	II, IV среднее
n		3	3	3	3	6	6
Масса рыб с опорожнённым ж.к.т., г		343,0±8,88	336,9±4,61	333,3±14,31	335,8±12,23	338,2±6,38	336,4±16,59
Содержание вещества и энергии, г/гол	Сухое вещество	100,2±3,42	103,4±2,45	101,3±2,74	106,8±2,49	100,8±3,01	105,1±2,15
	Протеин	48,7±1,61	46,7±1,24	45,4±1,63	44,5±1,42	46,5±0,82	45,9±1,49
	Жир	46,1±1,37	51,4±0,88*	51,2±0,98	57,7±0,88**	49,5±0,69	53,5±0,74*
	Энергия, кДж	2993±100,9	3158±74,9	3117±75,0	3353±68,5	3078±97,7	3223±71,80
* - P<0,05; ** - P<0,01							

Таблица 40 - Содержание химических веществ и энергии в теле подопытной рыбы после 40 дней опыта, г/гол.

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	117,0±10,33	114,1±15,38	104,4±3,31	100,3±3,02
Протеин	55,3±4,61	51,6±6,08	47,9±1,37	44,5±1,39
Жир	56,7±6,38	56,7±8,79	51,4±1,79	50,8±1,55
Энергия, кДж	3574±363,6	3486±493,9	3187,0±104,0	3082,0±94,6

Хотя статистически достоверными данные метаморфозы в составе тела были только в конце опыта. Так, после 80 дней исследований уровень сухого вещества в теле рыбы IV группы на 29,6 % ($P<0,05$) был меньше, чем во II группе. Аналогичная разница по содержанию протеина составила 46,9 % ($P<0,001$), жира – 14,3 %. Оценивая различия в составе тела рыб, выращенные в условиях пониженного водообмена следует отметить, что низкая насыщенность энергией и протеином комбикорма рецепта № 2 определила соответствующее падение уровня энергии в теле рыб III группы до 7885 кДж/гол, что на 804 кДж или 9,3 % было меньше, чем в I группе.

Таблица 41 - Содержание химических веществ и энергии в теле подопытной рыбы в конце опыта, г/гол.

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	318,3±13,62	288,4±19,68	248,3±16,59	222,5±6,43
Протеин	141,1±5,97	127,5±7,70	95,8±18,02	86,8±2,90
Жир	159,4±9,53	148,0±9,78	140,8±8,39	124,2±3,25
Энергия, кДж	9706±462,7	8689±572,6	7885±505,0	7009±198,2

Таким образом, вполне очевидно, что замена рыбной муки на пшеницу сопровождалась снижением продуктивного действия комбикорма. Однако, окончательную оценку по эффективности его использования можно дать только исходя из характеристик конверсии питательных веществ корма.

6.6.7 Трансформация питательных веществ корма в продукцию

Целью проведения любого научного исследования является получение некоего нового знания, позволяющего по иному взглянуть на окружающий мир. При этом вся череда событий, от размышлений и построения гипотез до планирования и проведения эксперимента, тем и ценны, что позволяют удовлетворить любопытство исследователя. И чем длиннее пройденный путь, тем сладостней момент расшифровки сути того или иного явления. Для нас этот момент наступает тогда, когда сводим воедино экспериментальные данные о потреблении и переваривании корма с результатами исследований морфологического и химического состава тела подопытной рыбы. Как и следовало ожидать, повышение скорости течения привело к повышению кормового коэффициента во II и IV группах (таблица 42).

Так, в первую половину опыта данное повышение составило 0,41 и 0,66 кг, во вторую 0,52 и 0,24 кг соответственно. Вполне определенно, что рыба в силу рефлекса реотаксиса вынуждена затрачивать на преодоление течения достаточно значительное количество энергии. Это хорошо видно по величине расхода обменной энергии во II и IV группах, оказавшихся в среднем выше аналогичного уровня I и III групп на 13-19 %. В то же время помимо перерасхода энергии, повышение скорости водного потока приводит и к непродуктивному использованию протеина корма.

В частности, в первую половину опыта расход сырого протеина корма на получение 1 кг прироста живой массы во II и IV группах оказался выше чем в I и III на 161 г (16,8 %) и 212 г (19,6 %). В период с 5 по 8 декаду оцениваемые различия

составили 206 г (17,7 %) и 46 г (5,0 %). В среднем за опыт 171 г (16,0 %) и 110 г (11,2 %) соответственно.

Таблица 42 - Затраты корма на производство товарной продукции

Группа	Показатель		
	Кормовой коэффициент	Расход на 1 кг прироста	
		протеина, г	обменной энергии, кДж
	1-4 декада опыта		
I	2,03	805	18750
II	2,44	940	22042
III	2,67	867	23414
IV	3,33	1079	29152
	5-8 декада опыта		
I	2,41	958	22317
II	2,93	1164	27115
III	2,71	879	23723
IV	2,95	925	25007
	За период опыта		
I	2,26	898	20906
II	2,69	1069	24897
III	2,70	875	23600
IV	3,03	985	26605

В принципе, полученный фактический материал указывает на правоту наших предположений по поводу целесообразности снижения значений ЭПО комбикормов для рыбы в условиях повышенных скоростей водного потока. Как мы видим, использование рациона с ЭПО = 0,57 сопровождалось большими на 15-16 % затратами протеина корма на получение 1 кг прироста рыбы. В то же время меньшие

значения ЭПО, равные 0,47 характеризовались непродуктивными потерями только 9-10 % протеина. При этом эффективность трансформации сырого протеина корма в протеин тела подопытной рыбы изменялась от 16,5 % в I и 14,0 % в III группе до 15,2 % во II и 12,9 % в IV группе или соответственно на 1,3 и 1,1 % (таблица 43).

Таблица 43 - Эффективность использования веществ корма и энергии в организме подопытной рыбы, %

Группа	Показатель		
	Валовая энергия	Обменная энергия	Сырой протеин
	1-4 декада опыта		
I	21,4	42,6	14,4
II	19,6	39,0	12,4
III	18,2	37,6	14,0
IV	16,8	34,8	12,1
	5-8 декада опыта		
I	27,3	54,3	17,7
II	25,2	50,1	17,0
III	24,7	51,0	14,0
IV	22,4	46,4	13,5
	За период опыта		
I	25,2	50,2	16,5
II	23,0	45,8	15,2
III	22,1	45,7	14,0
IV	20,1	41,5	12,9

Аналогичным образом изменялась и эффективность трансформации энергии корма. За период опыта коэффициент конверсии валовой энергии во II группе оказался ниже уровня I на 2,2 % в IV относительно III на 2,0 %. Различия по эффективности использования обменной энергии достигли 4,4 и 4,2 %

соответственно. Что характерно, снижение продуктивного действия рецепта № 2 по сравнению с РГМ-8В оказалось сопоставимо с аналогичным падением эффективности использования корма под влиянием повышения скорости водного потока. Так, если коэффициент конверсии валовой энергии корма во II группе составил 23,0 % за опыт, то в III группе 22,1 % или только на 0,9 % меньше.

Расхождения по эффективности исследования обменной энергии и протеина составили 1,1 и 0,8 %. Между тем, больший уровень потребления во II группе обусловил относительно большее отложение энергии в последней (таблица 44).

Таблица 44 - Масса и состав прироста подопытной рыбы по периодам опыта, г

Группа	Показатель			
	Прирост массы тела	Содержание в приросте		
		протеина	жира	энергии, кДж
	1-4 декада опыта			
I	331,1	38,5	43,4	2645
II	299,5	34,8	43,4	2556
III	256,3	31,1	38,1	2257
IV	218,1	27,7	37,5	2152
	5-8 декада опыта			
I	505,8	85,8	102,7	6132
II	394,0	75,9	85,3	5203
III	388,1	47,9	89,4	4698
IV	348,1	42,3	73,4	3927
	За период опыта			
I	836,9	124,3	146,1	8777
II	700,0	110,7	128,7	7759
III	644,4	79,0	127,5	6955
IV	566,2	70,0	110,9	6079

Подводя итог анализу фактического материала достаточно легко можно рассчитать величину расхода энергии на плавание годовиками карпа при содержании в садках с плотностью посадки 200 шт/м² и скоростью водного потока $\approx 0,34$ м/с. Для этого следует предположить, что эффективность обмена веществ в сравниваемых группах I-II, III-IV была одинакова. В этом случае верно равенство:

$$\text{ЭП} = \text{ОЭ} - \frac{100 \times \text{ЧЭ}}{K_1}, \quad (7)$$

где ЭП - энергия, расходуемая во II (IV) группе на плавание

ОЭ – обменная энергия, поступившая с кормом

ЧЭ – чистая энергия отложения в теле рыбы II (IV) группы.

K_1 – коэффициент конверсии обменной энергии в I (III) группе.

Подставляя полученные нами данные находим, что затраты энергии на плавание во II группе составляют за первую половину опыта 561 кДж/гол, в IV – 462 кДж/гол.

Таким образом, мы через предположение что отложение чистой энергии во II и IV группах происходило с эффективностью свойственной соответственно I и III, рассчитали сколько обменной энергии пошло на плавание.

Выполняя аналогичные расчеты для второй половины эксперимента можно установить, что расход энергии на преодоление течения в данном случае составил 810 кДж/гол во II и 766 кДж/гол в IV группе.

На первый взгляд может показаться, что затраты энергии во II группе оказались непропорционально большими, ибо скорость течения в садках II и IV групп была одинаковой, следовательно и расход энергии должен быть одинаковым. Однако при более детальном рассмотрении сути вопроса, достаточно легко можно обнаружить, что затраты энергии во II и IV группах были одинаковыми и составляли в среднем 39,6-41,7 Дж/сут/г массы тела. Эти данные были учтены нами при расчетах оптимального состава рациона, испытанного во II опыте.

6.7 Результаты II опыта

6.7.1 Корма и кормление подопытной рыбы

Как и в I опыте, в ходе выполнения II эксперимента были использованы комбикорма произведенные ЗАО «Ассортимент - АГРО» Сергиево-Посадского комбикормового завода.

Рецепт первой композиции соответствовал РГМ-8В. Вторым комбикормом являлся модифицированным РГМ-8В, отличающийся от последнего большим содержанием жира. Для этого в комбикорм РГМ-8В дополнительно вводили 2 % масла растительного и 3% животного жира (таблицы 45, 46).

Использованный во втором опыте РГМ-8В по своему составу был идентичен типовому комбикорму. В то же время содержание питательных веществ в композициях, использованных в I и II опыте, было не одинаковым.

Так, по протеину расхождения составляли 11-12 г/кг НВ, по содержанию сырой клетчатки 19-20 г/кг, сырого жира 9-10 г/кг. По всей видимости причиной этого являлся различный состав использованных кормов, хотя в определенной степени на изменениях в числовых значениях показателей питательности кормов могла сказаться и точность методов исследований.

В процессе выполнения опыта было установлено, что наибольшая поедаемость кормов имела место во II группе – 884,8 г/гол/опыт. Аналогичный показатель в IV группе оказался на 5,6 % ниже. В то же время наименьшая поедаемость кормов 794,3 г/гол отмечалась в III группе. Это было ниже, чем в I группе на 3,4 %.

Таким образом, как и следовало ожидать, изменения в питательности комбикорма не оказало определенного влияния на поедаемость корма подопытной рыбой.

Таблица 45 - Состав и питательность комбикорма РГМ-8В, использованного во II опыте, г/кг

Показатель	Массы вещества
Состав комбикорма:	
Мука рыбная	200
Мука мясокостная	60
Дрожжи кормовые	90
Шрот соевый	260
Шрот подсолнечный	250
Масло подсолнечное	50
Мука пшеничная	80
Премикс ПМ-2	10
В комбикорме содержится:	
сухого вещества	902,5
сырого протеина	411,7
сырого жира	106,8
сырой клетчатки	74,0
БЭВ	235,7
Крахмала	45,1
Кальция	8,6
Фосфора	9,8
Натрия	3,2
Магния	3,5
Серы	3,6
Железа, мг	174
Меди, мг	15
Цинка, мг	60
Марганца, мг	34
Кобальта, мг	0,3
Йода, мг	0,9
Витаминов:	
А, тыс. МЕ	8,0
Д, тыс. МЕ	2,0
Е, мг	6,9
В ₁ , мг	8,1
В ₂ , мг	7,7
В ₃ , мг	21,5
В ₄ , мг	2401
В ₅ , мг	111
В ₆ , мг	12,7
В ₁₂ , мкг	48

Таблица 46 - Состав и питательность комбикорма, задаваемого в III и IV группах, г/кг

Показатель	Массы вещества
Состав комбикорма:	
Мука рыбная	190
Мука мясокостная	60
Дрожжи кормовые	85
Шрот соевый	250
Шрот подсолнечный	230
Масло растительное	70
Жир кормовой	30
Мука пшеничная	75
Премикс ПМ-2	10
В комбикорме содержится:	
сухого вещества	907,5
сырого протеина	394,7
сырого жира	149,8
сырой клетчатки	58,8
БЭВ	220,1
Крахмала	47,1
Кальция	8,5
Фосфора	9,1
Натрия	3,1
Магния	3,4
Серы	3,5
Железа, мг	163,4
Меди, мг	12,7
Цинка, мг	39,8
Марганца, мг	27,7
Кобальта, мг	0,3
Йода, мг	0,9
Витаминов:	
А, тыс. МЕ	8,0
Д, тыс. МЕ	2,0
Е, мг	7,2
В ₁ , мг	8,8
В ₂ , мг	8,1
В ₃ , мг	24,1
В ₄ , мг	2390
В ₅ , мг	98
В ₆ , мг	11,0
В ₁₂ , мкг	48

6.7.2 Рост и развитие карпов

Живой организм как открытая биологическая система подчиняется тем же законам которые применимы к химическим реакциям. Как известно, одной из основных закономерностей химической кинетики является зависимость скорости химических превращений от температуры. Так, согласно закону Вант-Гоффа, повышение температуры на каждые 10 градусов сопровождается увеличением скорости большинства химических реакций в 2-4 раза. Безусловно, для животных аналогичное повышение эффективности превращения вещества в организме в зависимости от температуры менее выражено. Однако данная зависимость существует, и она наиболее выражена для холоднокровных животных, коими и являются рыбы. Мы в своих исследованиях также обнаружили данную зависимость.

Характеризуя условия проведения эксперимента следует отметить, что температура воды в сбросном канале Ириклинской ГРЭС в период выполнения II опыта была ниже, чем в I опыте (рисунок 87, приложение Л). Это обстоятельство негативно отразилось на скорости роста подопытной рыбы. Если в I опыте интенсивность роста карпов достигла 10,4-10,5 г/сут, то во II опыте не превысила 9,3-9,4 г., или на 10,7-12,9 % была ниже.

Как и следовало ожидать, к концу эксперимента наибольшая живая масса рыбы 527 – 534 г имела место в I и III группах (таблица 47). Введение дополнительного количества жира в рацион рыбы III группы способствовало некоторому повышению скорости роста карпов в первые две декады эксперимента. В частности, если за первую декаду прирост живой массы в данной группе составлял 72,2 г/гол, а во вторую 118,0 г/гол, то в I группе данный показатель оказался ниже соответственно на 24,5 и 13,9 % (таблица 48).

Однако в последующем картина событий изменилась, и в течение 3 декады различия в скорости роста составляли только 5,4 %. А в 4 декаду и вовсе интенсивность роста в I группе превысила уровень III группы на 25,3 %.

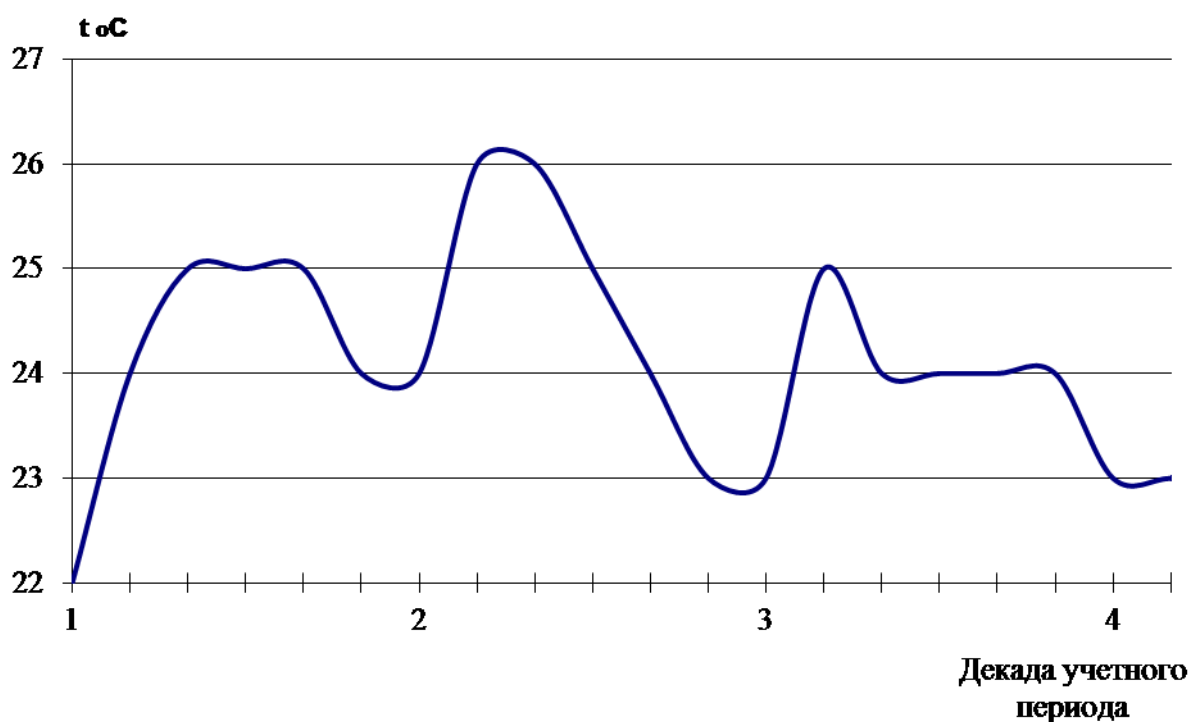


Рисунок 87 - Динамика среднесуточных температур воды в районе установки опытных садков (II опыт)

В то же время введение дополнительного количества жира в рацион карпов IV группы, находившихся в садках со сверхпороговой скоростью течения, способствовало повышению скорости роста рыбы в течение всего эксперимента.

Таблица 47 - Динамика живой массы подопытной рыбы, г

Группа	Декада учетного периода				
	Начало опыта	1	2	3	4
I	157±1,17	215,1±1,24	318,7±2,91	416,4±3,25	527,2±3,14
II	151,4±2,05	202,0±2,71	296,8±3,04	384,5±3,61	479,7±3,73
III	153,0±0,91	225,2±2,90	343,0±3,76	446±5,85	534,4±7,88
IV	158,1±1,52	218,0±2,42	324,9±4,18	416,1±6,01	520,3±13,81

В результате расхождения по живой массе между I и IV группами в конце исследований не превышали 1-2 %, тогда как между II и IV группами достигли 8,5 %.

Таблица 48 - Динамика приростов живой массы подопытной рыбы в период II опыта, г/гол/декаду

Группа	Декада учетного периода				
	1	2	3	4	За весь опыт
I	58,0	103,6	97,7	110,8	370,1
II	50,6	94,8	87,7	95,2	328,3
III	72,2	118,0	103,0	88,4	381,6
IV	59,9	106,9	91,2	104,2	362,2

Расхождения по приросту живой массы оказались ещё большими 10,3 %.

Таким образом, наши предположения по поводу позитивного действия добавок жира на интенсивность роста карпа в условиях сверхпороговых скоростей течения оказались вполне обоснованными.

6.7.3 Морфологический и химический состав тела подопытной рыбы

Анализ экспериментальных работ, выполненных при изучении морфологического состава тела рыбы, наглядно показывает, что её мясистость в большей степени зависит от её массы и упитанности, чем от породной принадлежности (Schaperchans, 1935; Елеонский, Кузнецов, 1939; Суверхов, 1953; Steffens, 1964; Скворцов, 1965; Wider, 1968; Галасун и др. 1971).

В ходе наших исследований мы установили, что удельная доля скелетной мускулатуры с подкожным и межмышечным жиром в III и IV группах оказалась на 0,4-1,2 % выше, чем в I и II группах (таблица 49). По всей видимости это

объяснялось большей долей жира в рационе карпа III и IV групп, что закономерно повышало упитанность рыбы. В частности, если в I и II группах упитанность рыбы по Фултону не превышала 4,0, то в III и IV она достигала 4,4-4,6.

Таблица 49 - Результаты контрольного убоя подопытной рыбы, г

Группа	Показатель				
	Предубойная живая масса	Внутренние органы	Желудочно-кишечный тракт	Скелетная мускулатура с подкожным и межмышечным жиром	Кожа
I	540,7±34,09	49,5±3,85	18,2±0,75	214,3±23,11	45,0±2,14
II	491,3±11,41	47,0±2,53	14,4±1,33	195,2±14,15	41,3±1,00
III	551,4±28,0	54,7±2,91	16,7±0,95	225,0±9,70	47,1±1,81
IV	530,1±7,15	49,0±1,96	16,7±0,58	212,6±19,19	44,4±0,82

Исследования химического состава гомогената тела подопытной рыбы позволили обнаружить ряд закономерностей действия изучаемых факторов. В частности, как и в I опыте скормливание полнорационного комбикорма РГМ-8В в условиях сверхнормативных скоростей течения сопровождалось повышением содержания жира в теле карпа в среднем на 0,4 % (в I опыте на 0,7 %). Аналогичное действие отмечалось при повышении доли жира в корме. Так, если в теле рыбы I группы содержалось порядка 14,6 % жира, то для III группы его уровень составлял 16,4 %, или на 1,8 % ($P<0,01$), больше (таблица 50).

Таблица 50 - Химический состав гомогената тела подопытной рыбы, %

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Вода	70,8±0,21	70,1±0,43	69,4±0,58	69,7±0,65
Сухое вещество	29,2±0,21	29,9±0,43	30,6±0,58	30,3±0,65
Протеин	13,5±0,14	13,9±0,25	13,3±0,31	13,2±0,31
Жир	14,6±0,19	15,9±0,27	16,4±0,45 ^{**}	16,0±0,53 [*]
* - P<0,05; ** - P<0,01				

В то же время действие исследуемых факторов не распространялось на уровень протеина в теле подопытной рыбы и последний во всех случаях был неизменным (13,2-13,9 %). Однако при оценке абсолютных значений данного параметра, нами была установлена тенденция к снижению содержания протеина в гомогенате пустого тела рыб II и IV групп, относительно I и III соответственно на 6,7 и 4,8 % (таблица 51).

Таблица 51 - Содержание вещества и энергии в теле подопытной рыбы в конце II опыта, г/гол

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Сухое вещество	147,2±12,01	138,0±11,77	159,7±9,79	151,3±10,37
Протеин	68,2±5,11	63,9±4,78	69,2±4,97	66,0±3,15
Жир	73,3±6,19	69,3±7,12	85,4±4,31	79,8±8,14
Энергия, кДж	4542±367,1	4281±397,2	5047±290,7	4748±398,9

По результатам статистического анализа данные изменения, как и повышение массы жира в теле рыб на 16,5 %, оказались не достоверными. Поэтому, говоря об

изменениях в химическом составе гомогената тела рыбы, речь следует вести только о тенденциозном развитии событий.

6.7.4 Трансформация питательных веществ корма в продукцию

Обработка экспериментального материала, полученного в ходе первого (начало опыта – приложение М) и второго (конец опыта – таблица 51) убоев подопытной рыбы позволила установить, что наибольшее содержание протеина в приросте живой массы имело место в III группе – 46,9 г/гол. Данная величина превышала аналогичный показатель в I группе на 1 г (2,2 %), II и IV группах на 5,3 г (12,7 %) и 2,1 г (4,8 %) соответственно (таблица 52). Сопоставляя группы, получившие один и тот же рацион, можно отметить закономерное снижение прироста протеина в сравниваемых парах групп I-II на 10,3 %, III-IV на 7,3 %. Аналогичным образом изменялась и градация групп по уровню энергии в приросте, соответственно на 8,4 и 8,3 %.

Таблица 52 - Содержание протеина и энергии в приросте массы тела подопытной рыбы, г/гол

Группа	Показатель		
	Прирост живой массы	В приросте протеина	В приросте энергии, кДж
I	370,1	45,9	3378
II	328,3	41,6	3116
III	381,4	46,9	3883
IV	362,0	43,7	3584

Оценивая эффективность использования корма в организме подопытной рыбы можно отметить, что введением в комбикорм дополнительного количества жира удалось снизить расход протеина на получение 1 кг прироста живой массы с 914 г

в I группе до 822 г в III или на 11,2 % (таблица 53). При этом даже на фоне сверхпороговых скоростей течения в IV группе затраты протеина на получение товарной продукции оказались ниже на 0,1 %.

Таблица 53 - Кормовой коэффициент и затраты питательных веществ на получение 1 кг прироста живой массы

Группа	Показатель		
	Кормовой коэффициент	Сырого протеина, г	Обменной энергии, кДж
I	2,2	914	21392
II	2,7	1110	25981
III	2,1	822	21888
IV	2,4	913	24314

И хотя это определялось более чем десяти процентным повышением затрат энергии на 1 кг прироста (24314 кДж/кг в IV группе, против 21392 кДж/кг в I) мы смогли добиться искомой цели – сведение к минимуму непродуктивного использования протеина корма на энергетические цели. На это же указывают результаты оценки конверсии протеина и энергии корма (таблица 54).

В частности, если в I группе эффективность трансформации сырого протеина в продукцию составила 13,6 %, то в IV группе данный показатель отличался только на 0,1 %. На этом фоне коэффициент конверсии обменной энергии в IV группе снижался на 0,8 % относительно I группы.

Таким образом, как мы и предполагали, введением некоторого количества жира в рацион карпа при содержании в садках со сверхпороговыми скоростями течения можно добиться повышения эффективности использования протеина корма.

Таблица 54 - Эффективность превращения протеина и энергии корма в ткани тела подопытной рыбы, %

Группа	Показатель	
	Коэффициент конверсии сырого протеина	Коэффициент конверсии обменной энергии
I	13,6	42,7
II	11,7	38,2
III	14,9	46,5
IV	13,5	41,9

6.7.5 Экономическая эффективность производства товарного карпа

В период с июля по октябрь 2002 года в условиях садкового хозяйства «Ирикларыба» был проведен научно-хозяйственный опыт с целью оценки эффективности мероприятий по оптимизации кормления рыбы в условиях сверхпороговых скоростей течения. Для чего годовиками карпа с навеской 100 – 140 г было зарыблено 9 садков, которые в шахматном порядке разделили на три группы по 3 садка.

Подопытная рыба I группы в течение всего опыта 90 суток содержалась на полнорационном комбикорме РГМ – 8В. Карпам II группы скармливали модифицированный РГМ – 8В (75 % рыбной муки в составе комбикорма заменили на пшеницу), III группу содержали на комбикорме, состоящем на 95 % из РГМ – 8В и 5 % кормового жира.

Скорость течения во всех садках превышала нормативный уровень и составляла в среднем величину близкую к 0,35 м/с.

Однако, все остальные нормативы условий содержания и кормления рыбы соответствовали отраслевым стандартам ВНИПРХа (1986).

При проведении исследований учитывали поедаемость кормов, массу рыбы в начале и конце опыта.

По результатам исследований было установлено, что наиболее рациональным в условиях сверхнормативных скоростей течения является использование модифицированного РГМ – 8В, в составе которого 75 % рыбной муки заменили на пшеницу (таблица 55).

Таблица 55 - Экономическая эффективность производства товарного карпа в условиях сверхнормативных скоростей течения, руб./т

Группа	Показатель				
	Себестоимость	В т.ч. затраты на корма	Реализационная стоимость	Прибыль	Рентабельность, %
I	45396	33862	45983	587	1,3
II	36780	25246	45983	9203	25,0
III	43821	32287	45983	2162	4,9

В частности, если в опытных садках получивших РГМ – 8В уровень рентабельности не превышал 2 %, то при условии ввода в комбикорм пшеницу данная величина увеличивалась до 25,0 %. Аналогичный рост уровня рентабельности при вводе в рацион рыбы дополнительного количества жира составил только 3 – 4 %.

Причиной столь неодинакового продуктивного действия комбикормов кроется в различии стоимости кормов и если за рыбную муку необходимо было выплатить 27 тыс. рублей/тонну, то стоимость пшеницы не превышала 1,5 тыс. рублей. Именно в следствии диспаритета цен мероприятия по оптимизации кормления карпа в условиях сверхпороговых скоростей течения (включения в рацион дополнительного количества жира) оказалось экономически не оправдано.

7 Рекомендации по выращиванию рыбы в условиях садковых хозяйств на сверхнормативных скоростях течения воды

В Новоорском рыбопитомнике целесообразно осуществлять двухлинейное выращивание ремонта и производителей карпа с целью получения гибридного потомства, характеризуемого большей жизнеспособностью и высоким темпом роста. Одна группа производителей - местные беспородные карпы, вторая - немецкие карпы. Следует проводить отдельный тур воспроизводства чистых линий карпов, чередуя получение местных и немецких карпов через год. Отбор ремонта осуществляется каждой осенью из чистых групп сеголетков. Количество отобранных особей определяется планируемым объемом получения личинок.

Для содержания производителей и ремонта используют садки площадью 12-24 м² с погружением в воду 2,0-2,5 м. Годовиков выращивают с плотностью посадки 100 шт./м² двухгодовиков - 30 шт./м², трехгодовиков - 20 шт./м², четырех- шестигодовиков самок – 5 шт./м², самцов - 5-8 шт./м². Производителей содержат раздельно по полу, начиная с трехлетков, и по возрасту (четные года – немецкие производители, нечетные - местные производители).

Рыб кормят только свежими высокобелковыми кормами рецептов 1-75, 16-80. Для кормления используют автокормушки, наполняя их кормом 1-3 раза в сутки, в зависимости от времени года.

Перед нерестовой кампанией (в конце апреля) проводят отбор двух групп производителей. В первую группу попадают наиболее подготовленные к нересту рыбы (самки с большим и мягким брюшком, самцы с заметным отделением молок). Вторая группа - резервная.

Нерестовую кампанию в Новоорском рыбопитомнике начинают со второй декады мая. Проводить получение икры до этого срока при условии подогрева воды считаем целесообразным только в том случае, если полученные личинки будут реализованы.

Инъектирование самок двукратное из расчета 3 мг/кг, самцов - однократное - 2 мг/кг. Отбор половых продуктов осуществляют при помощи стола-люльки.

При оплодотворении производственных партий икры строго следят за тем, чтобы осуществлялось только гибридное скрещивание немецких и местных карпов. Обе склеивают икру молоком или эмульсией растительного масла в аппаратах Вейса, в которые подается воздух для барботирования.

Инкубируют икру при температуре 18-21 °С. Выклюнувшихся личинок помещают либо в аппараты ВНИИПРХ, либо на рамки из газ-сита №15-21, установленные в лотках.

В результате анализа проведенной работы по подращиванию карпа в лотках рекомендуем следующие мероприятия:

1. При подращивании молоди в прямоточных лотках Ейского завода при регулируемом температурном режиме выдерживать биологические нормативы и оптимальные параметры:

- температура воды - 26-30 °С;
- толщина слоя воды - 0,2-0,5 м;
- время полной смены воды - 15-20 мин;
- плотность посадки для молоди до 15 мг – 200-250 тыс. шт./ м³
от 15 до 200 мг - 40 тыс. шт./ м³
- содержание кислорода в воде - 7-8 мг/л.

2. Постоянно контролировать условия подращивания молоди: дважды в сутки измерять температуру воды, периодически определять содержание растворенного в воде кислорода, следить за проточностью и уровнем воды в лотках.

3. Контролировать темп роста молоди, проводя ежедневно контрольные обловы.

4. Особое внимание уделять чистке лотков; чистить их необходимо не реже 2-х раз в сутки.

5. Кормить личинок на ранних этапах живым кормом (свежеприготовленными декапсулированными яйцами артемии салина,

науплиями артемии, зоопланктоном с одновременной подкормкой стартовым кормом Эквизо-1 для приучения молоди к искусственному корму. Декапсулировать яйца артемии можно, согласно имеющимся инструкциям, раствором хлорной извести и соды, а также водным раствором (1:1) бытового отбеливателя «Белизна» (Т7-6-15-746-87, содержание активного хлора – 7,5 %). Применение последнего в качестве декапсулирующего реагента позволяет проводить декапсуляцию в течение 9-12 мин и не требует специального помещения.

6. Соотношение живого и искусственного корма необходимо изменять по мере роста молоди: до 15 мг соотношение живого корма и искусственного составляет 2:1 (для высушенных яиц 1:1). После 15 мг долю яиц артемии можно снизить до разовой порции (4-5 % рациона). Молодь навеской 50 мг и более целесообразно переводить на искусственные корма.

7. Рассчитывать суточную дозу корма можно по формуле:

$$\text{Скорм} = n \times \text{Коп} \times P \quad (8)$$

где n - численность молоди;

Коп - коэффициент оплаты корма;

P - прирост молоди за сутки.

Коэффициент оплаты корма «Эквизо» принимается равным 2, влажных декапсулированных яиц артемии - 4, науплии артемии - 6, культивируемых планктеров - 8, зоопланктона из водохранилища - 15.

8. Корм следует вносить не менее 4 раз в час на протяжении светлого времени суток (при наличии искусственного освещения - круглосуточно) с обязательным использованием автоматических кормораздатчиков типа ЭВОС.

9. Суточную дозу корма следует распределять равномерно. При раздаче корма вручную корм рассыпать в местах скопления личинок.

10. Размер частиц искусственного корма должен соответствовать средней навеске молоди. Не своевременный переход с мелкого корма на более крупный отрицательно влияет на темп роста личинок.

11. Подращивание молоди карпа в лотках до массы 200 мг в условиях существующего хозяйства нецелесообразно, так как выращивание по схеме «лотки-садки» в этом случае невозможно из-за мелких размеров молоди для выпуска в садки с сильным течением. Выращивание молоди по схеме «лотки-мальковые пруды-садки» или «лотки-выростные пруды» не требует такого длительного выдерживания молоди в лотках, в этом случае достаточно подрастить молодь до массы 5-25 мг.

12. Для профилактики и лечения болезней личинок карпа при лотковом выращивании необходимо соблюдать мероприятия, указанные в РБО хозяйства. В качестве профилактических ванн при пересадках можно рекомендовать на данном хозяйстве раствор KMnO_4 (10 г/м³, в течение 5 мин).

13. Заливать мальковые пруды за 5-7 суток до зарыбления. Удобрения вносить согласно нормативов по данным химического анализа воды. Ориентировочная разовая доза:

- аммиачная селитра - 70 кг/га;
- суперфосфат - 35 кг/га;
- органические удобрения - 4 т/га;

Первое внесение удобрений проводят в момент заливки прудов. После зарыбления пруды удобряют 2-3 раза с интервалом 7-10 суток. Всю дозу органических удобрений вносят до зарыбления.

14. Высаживать подрошенную молодь карпа массой 5-7 мг при температуре воды в прудах не ниже 18 °С. Такая температура устанавливается обычно в конце мая. Плотность посадки - 1 млн. шт. /га для неподрощенных личинок, 0,85 млн. шт./га - для личинок массой 5-7 мг, 0,7 млн. шт./га - для личинок массой 25 мг.

15. Кормление осуществляют либо вручную, либо устанавливают автоматические кормораздатчики ЭВОС-505. Суточную порцию рассчитывают исходя из средней массы рыб и температуры воды (таблица 56). Рыб кормят в светлое время суток. Интервал кормления при подращивании молоди до массы 1 г - 1 час, свыше 1 г - 2 часа. Корм вносят на аэрокормушки или на установленные на

глубине 0,5- 0,8 м, металлические поддоны. Последние не реже одного раза в сутки очищают от остатков комбикорма. Число кормовых мест - не менее 25 шт./га.

Таблица 56 - Суточная норма кормления молоди карпа в мальковых прудах, % от массы тела (с учетом естественной кормовой базы)

Масса рыб, г	Температура воды, °С		
	18-21	22-25	26-29
0,002-0,06	50	60	75
0,06-0,15	40	45	50
0,15-0,3	30	35	40
0,3-0,8	25	30	35
1-3	20	25	30
3-5	10	15	20

16. Ежедневно измерять температуру, ежедекадно проводить гидрохимический анализ воды. Контрольные обловы проводят каждые 5 дней. Облов прудов осуществляют не позднее первой декады июля, т.е. через 35-40 дней после зарыбления. Средняя масса молоди достигнет к этому времени 3-5 г.

17. При выращивании крупного посадочного материала навеской свыше 100 г зарыбление садков проводить не позднее 15 июля. Плотность посадки при средней навеске 3-20 г - 100 шт./м², свыше 20 г - 500 шт./м².

18. При выращивании стандартных сеголетков навеской 50 г садки зарыблять не позднее 1 августа. Плотность посадки молоди массой 3 - 40 г - 1000 шт./м², свыше 40 г – 500 шт./м².

19. Для выращивания сеголетков использовать только двойные садки с размером ячеей 10 мм.

20. Через 5-7 дней после зарыбления садков проводится профилактическая обработка молоди раствором KMnO₄ (концентрация 10 г/м³, экспозиция 3-5 мин). Обработку можно проводить в брезентовых чанах, носилках. В случае возникновения признаков заболевания обработку повторяют.

21. Контрольные обловы молоди проводят ежедекадно, одновременно осуществляется паразитарный контроль.

22. Для кормления молоди используют аэрокормушки. В садке площадью 10 м² устанавливают по одной кормушке площадью 0,3 м², в садке площадью 12-15 м² - 2 кормушки. Рыбы штучной массой более 80 г хорошо потребляют корм из автокормушек «Рефлекс».

23. В условиях повышенной скорости течения особенно строго следить за кратностью кормления. Перерывы в кормлении более, чем на 1 сутки недопустимы. Они не только снижают темп роста, но могут привести к ослаблению и заболеванию рыб.

24. Суточная норма кормления рассчитывается на каждую декаду по данным контрольного облова. Количество корма увеличивают по сравнению с нормативным на 20-25 %. При этом кормовой коэффициент оказывается минимальным (3,0).

25. Для проведения зимовки карпа рекомендуется использовать садки, установленные в местах с наименьшей скоростью течения, что позволит уменьшить потери веса у зимующих карпов. Согласно нормативам оптимальная скорость течения при зимнем содержании карпа не более 0,1-0,15 м/с.

26. Для проведения зимовки пригодны садки, в которых рыба выращивалась летом, размер ячеек для рыб выше 10 г - 10 мм, 150 г - 15-20 мм. Во избежание потери посадочного материала от повреждения садков рекомендуется использовать двойные садки.

27. Плотность посадки для рыб менее 40 г - 1000 шт./м², 50-100 г - 500 шт./м², сеголетков массой более 100 г рекомендуем размещать в садки с плотностью 220 шт./м², т.е. сразу на товарное выращивание.

28. Контролировать температуру в садках с целью правильного нормирования корма, периодически проверять концентрацию растворенного в воде кислорода. Она должна быть в интервале 8-10 мг/л. После прохождения воды через конденсаторы ГРЭС происходит перенасыщение воды воздухом. Во избежание газопузырьковой болезни желательно не использовать для зимовки садки, расположенные выше струераспределительной дамбы.

29. Кормление рыбы во время зимовки обязательно. При температуре выше 12 °С использовать корма рецептур 16-80, 16-82, РГМ-8В; ниже 12 °С – корма К-110-1, К-111-1, учитывая сроки хранения кормов.

30. Следить за поедаемостью корма и правильно нормировать его. Если корм не поедается полностью через 2 часа после выдачи, следует уменьшить норму. Суточная доза корма определяется массой тела рыб и температурой воды: при массе рыбы 30-50 г, 100-150 г, 200-300 г и температуре воды 14-19 °С суточная норма выдачи корма должна составлять соответственно 3; 2; 1,5 %, а при температуре 8-13 °С - 2, 1, 1 % от массы тела.

31. Число кормлений при 14-19 °С – четырехкратное, при 8-13 °С – одно-, двукратное. Кормить в светлое время суток, при кормлении использовать аэрокармушки, засыпать корм в одни и те же часы с равными интервалами.

32. При кормлении гранулированными кормами размер гранул должен соответствовать массе рыб: при массе 15-50 г размер гранул 3 мм, при 50-200 г - 5 мм.

33. Периодически, не реже 1 раза в месяц проводить контрольные обловы, ежедневно освобождать садки от отхода, количество его фиксировать в журнале.

34. Не реже одного раза в месяц проводить ихтиопатологический контроль за состоянием рыбы и своевременно принимать меры по профилактике и лечению заболеваний.

35. При подготовке к зимовке провести обязательную дезинфицирующую обработку садков и рыбоводного инвентаря. При зарыблении на зимовку и пересадке рыб - после окончания зимовки обязательна обработка KMnO_4 (10 г./м³, 10 мин).

36. Товарное выращивание карпа начинается с установления температуры воды не менее 18 °С, что в условиях хозяйства происходит как правило, в последней декаде мая. К этому времени рыба после зимовки должна быть взвешена, рассортирована и размещена в садки для летнего выращивания.

37. При использовании посадочного материала средней массой 50-70 г через 4,5 месяца (в середине октября) может быть получен товарный карп

средней навеской более 600 г, при средней массе годовиков 80-100 г эта навеска может быть получена через 3 месяца (в августе), через 4,5 месяца годовики массой 80-100 г могут достигнуть средней навески около 1000 г.

38. Выращивать рыбу следует только в двойных садках, размер ячеей 12-20 мм.

39. Плотность посадки годовиков массой 50-70 г должна составлять 220-250 шт./м², 80-100 г - 200-220 шт./м².

40. Необходим тщательный контроль за ростом рыб, кормовыми затратами и температурным режимом. Контрольные обловы следует проводить еженедельно.

41. Суточную дозу корма, рассчитанную по нормативам, следует увеличить в связи с дополнительными тратами энергии рыбами. Оптимальное увеличение дозы корма на 25 % от нормы. При таком кормлении будет достигнут минимально возможный для условий высокой скорости течения кормовой коэффициент 3,0-3,2. Нормативные значения кормового коэффициента возможны только при условии создания в районе установки садков нормативной скорости течения (0,2-0,3 м/с).

42. Кормить в течение светлого времени суток, используя кормораздатчики типа «Рефлекс». Наполнение кормушек не менее 2-3 раз в день.

43. Для летнего выращивания использовать свежие, хорошо гранулированные корма рецептур РГМ-8В, 16-80, 16-82.

44. Не реже одного раза в месяц осуществлять ихтиопатологический контроль, проводить все мероприятия по предупреждению и лечению заболеваний.

8 Рекомендации по выращиванию сеголетков растительноядных рыб в прудах

При выращивании сеголетков растительноядных в выростных прудах Новоорского рыбопитомника рекомендуем следующее.

1. Зарыблять пруды подрощенной молодью карпа и растительноядных согласно имеющимся нормативам при плотности посадки 120 тыс.шт./га, в том числе:

- карпа - 65 тыс.шт./га;
- растительноядных - 55 тыс. шт./га, из них: белый толстолобик - 30 тыс. шт./га, пестрый толстолобик - 20 тыс.шт./га или гибрид толстолобиков - 50 тыс.шт./га, белый амур - 5 тыс.шт./га. Средняя навеска подрощенной молоди карпа и растительноядных не менее 25 мг.

2. В случае поступления в рыбхоз неподрощенной молоди растительноядных, что не исключено, плотность посадки необходимо увеличить в два раза. Плотность посадки карпа остается без изменений.

3. В случае, если температура воды в прудах установится выше 18 °С допускается зарыбление личинками карпа, достигших массы 5-7 мг. Плотность посадки - 80-100 тыс.шт./га.

4. При зарыблении прудов поликультурой следует соблюдать интервал между сроками зарыбления: посадку подрощенной молоди растительноядных навеской 25-30 мг осуществлять спустя 15-20 сут. после посадки карпа, а навеской более 100 мг - через 25 сут. после посадки карпа. Зарыбление неподрощенной молодью растительноядных можно проводить одновременно с карпом.

5. Для борьбы с зарастанием прудов высшей водной растительностью (рогоз, камыш, и др.) зарыблять пруды годовиками белого амура, при средней навеске 50 г - плотность посадки 200 шт./га, 200 г - 50 шт./га.

6. Согласно имеющимся нормативам и нашим наблюдениям выживаемость карпа при выращивании в выростных прудах составляет 50-65 растительноядных - 60 % (подрощенные) и 30 % (неподрощенные).

7. Следует контролировать условия выращивания растительноядных и карпа в выростных прудах. Глубина водоема должна быть не менее 1 м, прозрачность воды, характеризующая оптимальное развитие фитопланктона, по белому диску 20-30 см, содержание фосфора не ниже 0,2 мг/л, азота - 4 мг/л (соотношение азота и фосфора в пределах от 4:1 до 8:1).

8. Для поддержания оптимального уровня биогенов в прудах своевременно вносить минеральные удобрения в соответствии с имеющейся инструкцией.

9. Кормление рыб комбикормами осуществляют в светлое время суток не реже 4-5 раз в сутки. Корм вносят в одни и те же места на глубину не менее 50 см.

10. Использовать корма рецепта 12-80, 110-1, исходя из средней массы рыб и температуры воды.

9 Влияние различных скоростей течения воды в местах установки садков на эффективность использования протеина и энергии корма в организме карпа

Начиная свои исследования в условиях садкового хозяйства Ириклинской ГРЭС, мы понимали, что размещение последнего в сбросном канале электростанции ни экономически, ни биологически не обосновано (Корнеев и др., 1970; Лыков и др., 1981). Однако существующее положение дел обязывало нас к поиску путей оптимизации технологий выращивания товарного карпа именно в данных гидрологических условиях.

Дело в том, что данное садковое хозяйство, признававшееся в своё время экспериментальным, существует уже более 20 лет, и все эти годы оно находилось именно в сбросном канале. Проект переноса данного хозяйства в другое место, разработанный в 90^х года, так и не был осуществлен по финансовым причинам. Это является невозможным и сейчас.

Анализ существующей литературы показывает, что на территории бывшего СССР и сейчас существуют аналогичные садковые хозяйства, размещенные в местах с повышенной скоростью течения (Протасов, 1956; Буховец, 1981).

Однако до сих пор рекомендаций по оптимизации условий содержания и кормления рыбы для последних нет. В этой связи вполне актуальным представляется поиск путей по снижению негативных последствий увеличения скорости течения в садках.

В начале своих исследований нами был проанализирован большой объем литературных данных. Это позволило обнаружить, что проблема энергозатратности плавания рыб выходит далеко за рамки прекладных аспектов рыбоводства, затрагивая сугубо физиологические и общебиологические вопросы.

Над их решением трудились целые научные школы. Одним из ярких примеров являются исследования В.А. Матюхина, который, работая над решением проблемы «Парадокса Грея» в Новосибирске, возглавил группу молодых ученых биологов: в составе В.И. Турецкого, В.А. Долинина, Л.А. Бельченко, В.В. Хаскина и др.

Исследователи в условиях гидродинамического стенда детально проанализировали работу опорно-двигательного аппарата плывущей рыбы. В последствии математическая модель данного процесса была разработана академиком В.В. Шулейкиным и его ученицей Л.А. Ковалевской.

Длительные исследования адаптационных изменений в организме рыбы позволили ученым института гидробиологии Академии наук СССР (Е.Т. Ускова, А.В. Чайковская, П.П. Коваль) перейти к разработке методов сбережения ресурсов на флоте с помощью синтетических веществ, покрывающих корпус кораблей. Таких примеров десятки. Поэтому вполне определено, что данных, накопленных по энергетике плавающей рыбы предостаточно. Однако, когда перед нами встала задача оценки энергозатрат карпа при содержании его в садках с повышенной скоростью течения, мы не смогли обнаружить необходимую информацию.

Действительно в литературе встречаются данные для десятков видов рыб, и карпа в том числе, полученные как в условиях гидростендов, так и в исследованиях на мигрирующей рыбе. Но они не могли нас устроить, ибо при их нахождении авторы не учитывали ни адаптационных способностей рыб к условиям повышенной скорости течения, не групповое содержание карпа в садках. Все это искажает картину явления, так как известно, что рыбы в ходе своей эволюции выработали разнообразные механизмы адаптации, связанные с тренированностью мышц (Павлов, Пахоруков, 1982), развитием и функционированием желез слизистой оболочки (Schuber, 1903; Чайковский, 1979).

Вследствие этого энергозатратность плавания карпа в садках достаточно подвижная величина, зачастую ниже, чем справочные данные. Для нас же было необходимо как можно более точно оценить их значение с тем, чтобы в дальнейшем учесть последние при нахождении путей по снижению негативных последствий увеличения скорости течения в садках.

Объективно оценивая полученные результаты следует отметить, что необходимые требования по соблюдению чистоты исследований были соблюдены. Во-первых, в процессе формирования опытных групп нами была проведена работа по штучной сортировке и отбору подопытной рыбы.

Во-вторых, выбор садков для размещения подопытной рыбы был произведен после замеров скорости течения воды на всем протяжении садковой линии. При этом учитывали как направление водного потока, так и его интенсивность по всему сечению садка.

В третьих, оценка действующего фактора (скорости течения) производилась в ходе сопоставления данных о подаче воды с ГРЭС в сбросной канал с результатами исследования скоростного режима в самих садках.

В-четвертых, при проведении опыта учитывались основные параметры оптимальных технологий содержания карпа на теплых водах, приводящиеся в нормативных документах, МСХ РФ и ВНИИПРХ (1986).

При выборе годовика карпа в качестве модели для изучения действия скорости течения на организм рыбы, мы исходили из того, что диапазон скоростей водного потока с 0,3 по 0,4 м/с вполне позволяет содержать карпа с длиной тела более 13-15 см. В то время как содержание сеголетков карпа с $L < 10$ см сопряжено с гибелью большого количества особей (Стеффенс, 1985).

Характеризуя диапазон крейсерских (миграционных) скоростей плавания годовиков карпа с параметрами по массе 50-500 г по длине 12-25 см (Киселева, 1956) можно определить, что последние могут достигнуть 68-98 см/с (по J.R. Brett, 1965).

Таким образом, величина скорости течения установленная нами для опытных садков 0,25-0,36 м/с вполне позволяла проводить длительные опыты на годовиках карпа. На это указывал и практический опыт работы садкового хозяйства Ириклинской ГРЭС.

В ходе I опыта мы планировали установить величину расхода энергии на плавание у карпа при содержании в садках. В исследованиях был использован полнорационный комбикорм РГМ-8В, рекомендованный Министерством сельского хозяйства для выращивания товарного карпа на теплых водах и модифицированный РГМ-8В с заменой 75 % рыбной муки на пшеницу.

По результатам исследований было установлено, что введение пшеницы в комбикорм сопровождалось снижением скорости роста подопытной рыбы и если в I

группе за опыт было получено по 836,9 г/гол прироста живой массы, то в III группе данный показатель оказался на 29,9 % ниже. Вместе с тем и повышение скорости течения до уровня сверхпороговых скоростей (с возникновением реотаксиса) сопровождалось снижением интенсивности роста карпа на 19,6 % для II и на 13,8 % для IV группы.

Ввиду усиленной мышечной работы и вследствие вымывания корма из садка рыба II и IV групп меньшую часть корма трансформировала в тело. По нашим расчетам в первые 40 дней эксперимента эффективность использования протеина корма в организме карпа II группы была ниже относительно I группы на 2,0 %. В сравниваемой паре III и IV групп на 1,9 %. Аналогичная разница в среднем за опыт составила 1,3 и 1,1 % соответственно. Опираясь на данные исследований по конверсии энергии корма мы рассчитывали её затраты на плавание, последние составили 462-561 кДж/гол в первую половину опыта и 766-810 кДж/гол во вторую половину эксперимента.

Таким образом цель расчетов проведенных нами для «организм рыбы – внешняя среда» замкнулась, что позволяет на основе данных затрат корма, результатах балансовых исследований и убоев подопытной рыбы составить следующую картину использования энергии в организме подопытного карпа (таблица 57).

Безусловно, представленный расчет в определенной степени неточен, так как эффективность пищеварения, равно, как и межсуточного обмена веществ, у рыб находится в очень тесной зависимости от температуры окружающей среды. Однако, относительно небольшой интервал температур в период эксперимента 23 – 27 °С, равно как и сходность обменных процессов во всех группах, а следовательно и идентичность колебаний эффективности обменных процессов, позволяют на м рассчитывать на объективность использованного метода.

Из данных по балансу энергии можем увидеть увеличение скорости течения в садках способствует снижению потерь энергии на клеточном уровне в среднем на 2 – 3 %. Причиной данного явления по всей видимости является более активное

отложение жира в теле рыбы II и IV групп, что мы фиксировали в ходе убоя карпов с одинаковой живой массой.

Таблица 57 - Примерный баланс энергии корма в системе «организм рыбы – внешняя среда», кДж/гол/опыт

Показатель		Группа			
		I % от ВЭ	II% от ВЭ	III% от ВЭ	IV% от ВЭ
Валовая энергия корма, поступившая из кормушки в садок (ВЭ)		34768 100	34630 100	31445 100	31126 100
Потери энергии	вследствие вымывания	-	970 2,8	-	872 2,8
	в процессе пищеварения	17272 49,7	16707 48,2	16237 51,6	15601 50,1
	на преодоление сверхнормативного течения	-	1371 4,0	-	1228 3,9
	в межсуточном обмене	8719 25,1	7823 22,6	8253 26,3	7346 23,6
Чистая энергия прироста		8777 25,2	7759 22,4	6955 22,1	6079 19,6

Как известно, энергия пищи с меньшими потерями трансформируется в жир тела, чем в белок (Blaxter, 1968) поэтому то уровень теплопродукции во II и IV группах оказался меньший. Однако, каким бы эффективным не был межсуточный обмен мы отмечаем у рыб этих групп и наибольшую относительную величину чистой энергии прироста только 19,6 – 22,1 %. Одной из основных причин этого оказались потери энергии на плавание. В ходе расчета затрат энергии на единицу

живой массы мы установили, что в первую половину эксперимента подопытная рыба II группы расходовала на плавание 50,9 Дж/сут/г

$$\left[\frac{561000}{40 \times (122,5 + 428,5)} \right]$$

2.

В IV группе данный показатель составил 50,0 Дж/сут/г

$$\left[\frac{462000}{40 \times (122,5 + 340,1)} \right]$$

2

Между тем во вторую половину опыта затраты энергии на плавание оказались ниже 32,4 Дж/сут/г во II и 37,2 Дж/сут/г в IV группе.

Данное несоответствие по нашему мнению не является следствием ошибки в расчетах, отнюдь. Падение уровня затрат энергии на плавание в заключительный период обуславливалось снижением температуры воды в среднем на 2,5⁰С относительно начала эксперимента. Зависимость величины энергозатрат на плавание от температуры воды общеизвестна (Стеффенс, 1985).

Кроме того по К. Шмидт-Ниельсену (1987) крупной рыбе на перемещение единицы массы тела требуется меньше энергии, чем мелкой. Поэтому вполне закономерно, что расход энергии в период первой половины опыта оказался выше. В среднем за опыт расход энергии на плавание составил во II и IV группах около 40,7 Дж/сут/г или 1,39 Дж/км.г. Судя по литературным данным В.П. Пентегову и др (1928), Г.Г. Винберг (1956); J. Brett (1965), В.И. Турецкому (1975), Т.В.Н. Beamish (1978); К. Шмидт-Ниельсен (1987) расход энергии у рыб может изменяться от 1,3 до 2,7 Дж/км.г. Причем у быстроплавающих он минимален у медленноплавающих данный показатель выше. В нашем случае минимальный уровень расхода энергии обуславливался целым рядом причин.

Во- первых подопытные рыбы содержались в составе большой группы, что само по себе является энергосберегающим фактором. Отдельные особи в составе косяка рыб затрачивают значительно меньше энергии на перемещение в

пространстве. Это вызвано изменением гидродинамических профилей движения рыб (Поддубный, Малинин, 1988). Энергооправданность движения в группе может отметить любой велосипедистдвигающийся в велотоне (группе велосипедистов). Значительно легче ехать в его середине, чем в авангарде. Первый рассекает воздух и создаёт ведомым возможность с меньшими затратами преодолевать сопротивление. Именно поэтому маленькие рыбы лоцманы, которые в десятки, если не в сотни раз меньше акул, и следовательно способные развивать куда меньшие скорости, никогда не отстают от этих гигантских рыб, скрываясь в мертвом пространстве возле акул (Мусатов, 1980).

Другим немаловажным энергосберегающим фактором являются специфические изменения в поведении рыб во время кормления. Кормящиеся рыбы сбиваются в плотную группу, настолько плотную, что отдельные особи просто лежат на спинах сверстников. Годовики со средней навеской 140-150 г отклоняют маятник из калёного металла по течению и сгибают его. Совокупность кормящейся рыбы занимает на поверхности воды площадь до 1,5 м² и имеет вытянутую форму. В этом случае в соответствии с законами физики расчет затрат энергии карпами на преодоление потока воды, следует вести не для одиночных особей, а для их совокупности длиной ≥ 1 м. Этот размер как известно соответствует числу Re на несколько порядков большему, чем у отдельных рыб, следовательно и потери энергии на передвижение также снижаются. Учитывая, что рыбы большую часть суток кормятся, вполне закономерно можно предположить вероятность значительного снижения энергозатратности содержания карпа в садках со сверхпороговыми скоростями течения.

Кроме того в числе причин способствующих снижению затрат энергии на плавание у карпа с полной уверенностью можно рассматривать адаптацию опорно-двигательного аппарата рыб (тренированность) к большим физическим нагрузкам и соответствующие изменения в работе секреторных клеток кожи (Шулейкин, 1949; Поддубный, Малинин, 1988).

По нашим наблюдениям карпы II и VI групп к концу опыта отличались от сверстников из I и III групп обильным выделением слизи при вылове.

Таким образом, вполне закономерно, что увеличение скорости течения в садках сопровождалось меньшим повышением энергозатрат у карпа, чем это имеет место на гидродинамических стендах.

Определенные нами затраты энергии на плавание у карпа были использованы для оптимизации кормления. При этом мы исходили из того, что наиболее дорогим компонентом корма является протеин, поэтому при увеличении скорости течения в садках экономически оправданным является частичная замена протеина на жир (жир у рыб как и у млекопитающих при умеренной нагрузке является основным источником энергии (Бельченко, 1972)). Весь вопрос состоял в том, сколько необходимо ввести жира с тем, чтобы сохранить протеин от расщепления на образование энергии. Решение этой задачи было выполнено графическим методом (рисунки 88, 89).

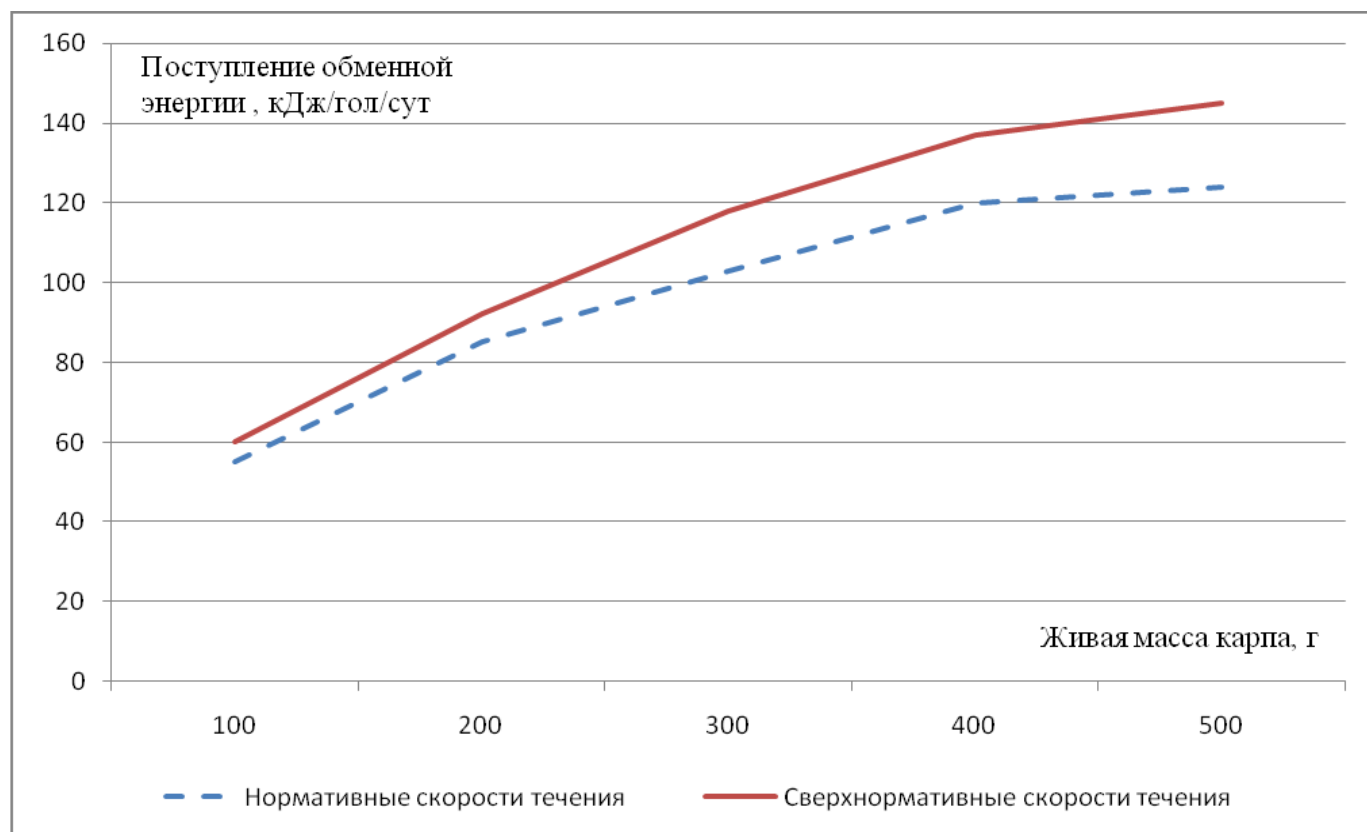


Рисунок 88 – Динамика суточной нормы поступления обменной энергии корма в организм карпа при выращивании на теплых водах ($t = 22-25\text{ }^{\circ}\text{C}$) в условиях нормативных и сверхнормативных скоростей течения

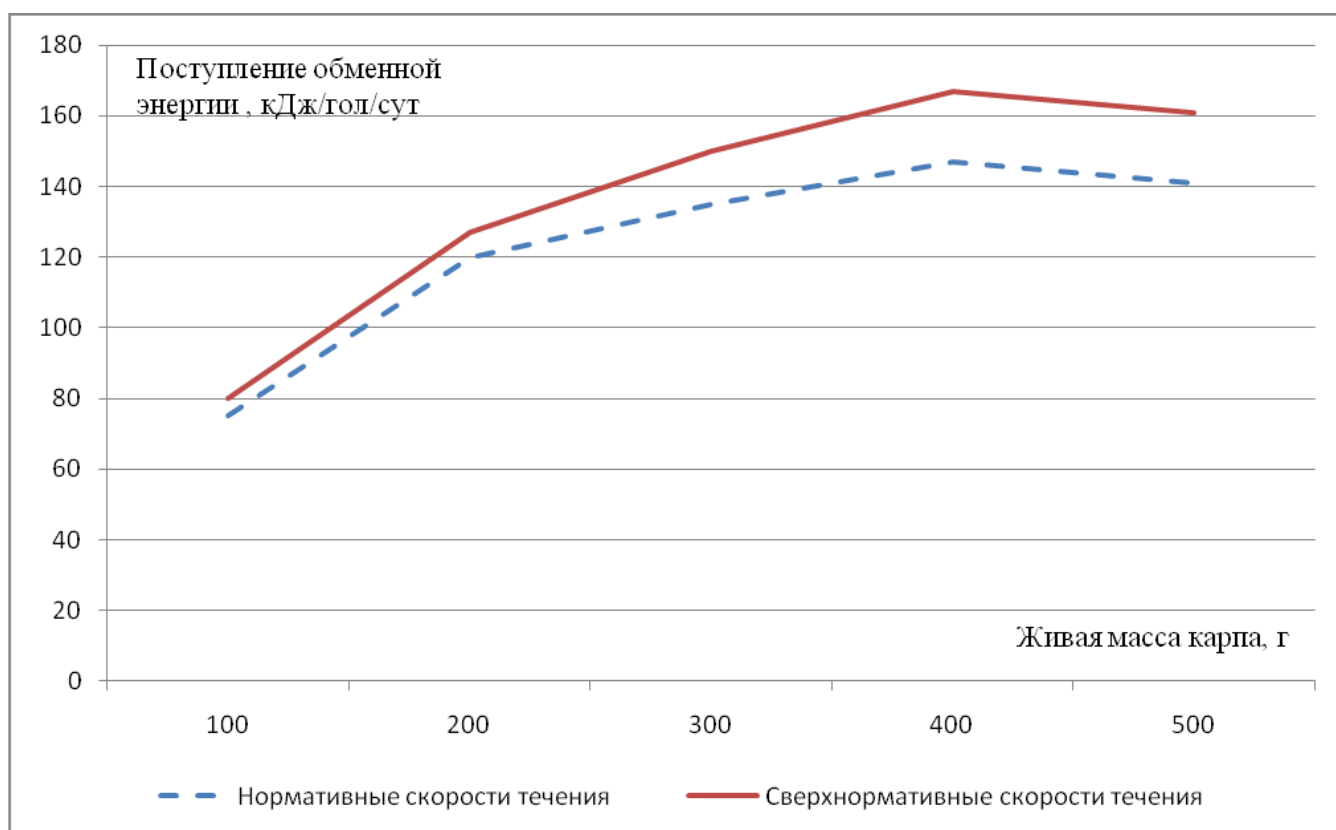


Рисунок 89 – Динамика суточной нормы поступления обменной энергии корма в организм карпа при выращивании на теплых водах ($t = 26-30\text{ }^{\circ}\text{C}$) в условиях нормативных и сверхнормативных скоростей течения

Мы исходили из рекомендации МСХ России по оптимизации кормления карпа (приложение Н), данных балансового опыта и указаний по расчету величины обменной энергии в рационе.

Как следует из анализа графика зависимости оптимального поступления обменной энергии в организм рыбы от её массы, затраты энергии на плавание рыб со скоростью 0,3-0,4 м/с необходимо компенсировать снижением энерго-протеинового отношения до 0,48 – 0,52 (рисунок 90).

Достижение этого оказалось возможным через ввод в комбикорм РГМ – 8В примерно 5 % жира. В итоге общий уровень жира в рационе рыб достиг 14-15 %, что в свою очередь не является предельной величиной. По данным японских исследователей карп без видимых вредных последствий может переносить до 40 % доброкачественного жира в корме (Щербина и др., 1992).

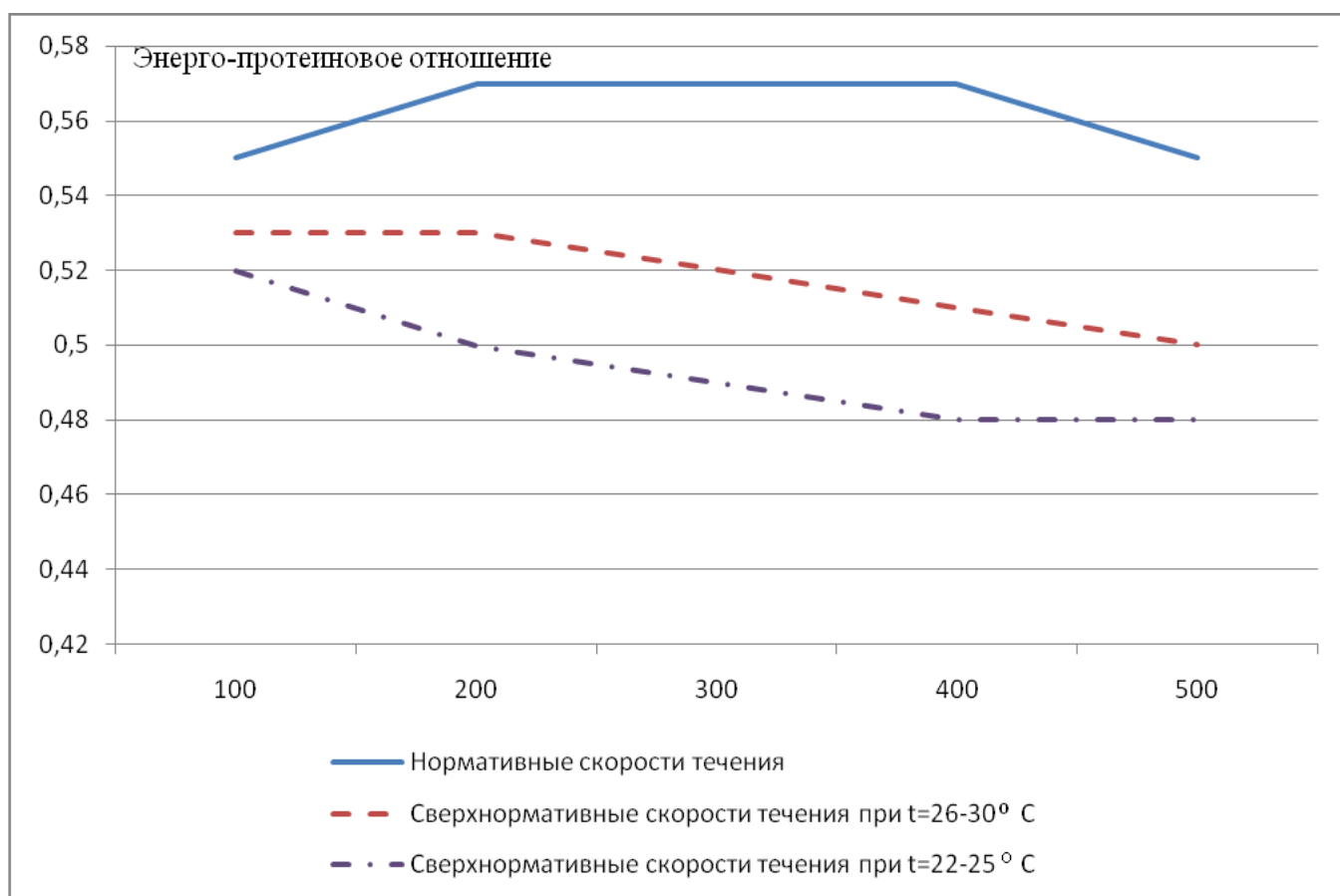


Рисунок 90 – Динамика оптимального значения энерго-протеинового отношения в рационах карпа тепловодного хозяйства при нормативных и сверхнормативных скоростях течения

Экспериментальная проверка эффективности комбикорма с добавлением жира полностью подтвердила верность наших расчетов. Так, если на фоне сверхпороговых скоростей течения при скармливании комбикорма РГМ – 8В карп за 4 декады эксперимента достиг живой массы 479,7 г, то дачей модифицированного корма (РГМ – 8В + 5 % жира) в тех же условиях удалось вырастить карпа с живой массой 520,3 г или на 8,5 % ($P < 0,01$) тяжелее. При этом расход протеина из модифицированного комбикорма на образование товарной продукции был закономерно меньше, в среднем на 197 кг/т относительно карпа получавшего РГМ – 8В. Аналогичная разница по обменной энергии достигала 1,6 г Дж в расчете на тонну товарной рыбы.

Вместе с тем как показал дальнейший анализ, предполагаемые нами меры по оптимизации кормления карпа в условиях сверхпороговых скоростей течения

оказались менее экономически эффективными, чем простая замена 75 % рыбной муки в составе РГМ – 8В на пшеницу. И если рентабельность производства товарного карпа при использовании РГМ – 8В составила только 1,3 %, то при вводе пшеницы эта величина увеличилась на 23 – 24 %. Тогда как аналогичный рост при включении кормового жира не превышал 4 %. Причиной этого стала почти восемнадцатикратная разница по стоимости рыбной муки и пшеницы.

Таким образом, как показывает практика, расчет потребностей рыбы в энергии на плавание еще не позволяет повышать эффективность рыбоводства в условиях сверхнормативных скоростей течения. Окончательный вывод можно сделать только исходя из сложившихся цен на компоненты комбикорма.

Учитывая рефлекторную реакцию рыб на сверхпороговые скорости течения и во избежание непродуктивного расхода корма, садковые хозяйства не следует размещать в местах со сверхнормативными скоростями течения.

В случае вынужденного строительства садкового хозяйства в вышеописанных условиях кормление годовиков карпа при $t = 25 - 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ следует производить комбикормами с содержанием не более 30 – 33 % протеина и энерго-протеиновым отношением 0,48 – 0,50.

Список использованных источников

1. Абдергальден, Э. Учебник физиологической химии / Э. Абдергальден. – М., Л.: Госбиомедиздат, 1934. – 854 с.
2. Алеев, Ю.Г. Функциональные основы внешнего строения рыбы / Ю.Г. Алеев. – М.: Изд. АН СССР, 1963. – 234 с.
3. Алеев, Ю.Г. О способах уменьшения лобового сопротивления во внешней организации рыбы / Ю.Г. Алеев // Тр. Севастопольской биологич. станции АН УССР – 1964. – Т. 15. – С. 288.
4. Александер, Р. Биомеханика / Р. Александер. – М.: Мир, 1970. – 350 с.
5. Алексеева, К.Д. Влияние мышечной работы на энергетический обмен у рыб / К.Д. Алексеева // Обмен веществ и биохимия рыб – М.: Наука, 1967. – С. 193-198.
6. Алексеева, К.Д. Затраты энергии на движение у кефалей / К.Д. Алексеева // Бионика; 1972. - № 6. – С. 7-12.
7. Аронович, Т.М. Биологические предпосылки рыбохозяйственного использования теплых промышленных вод / Т.М. Аронович // Рыбоводство на теплых водах СССР и за рубежом – М., 1969. – С. 3-20.
8. Аминева, В.А. Физиология рыб / В.А. Аминева, А.А. Яржомбек. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 200 с.
9. Аринжанов, А.Е. Рыбохозяйственная гидротехника / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014 – 236 с.
10. Аринжанов, А.Е. Воздействие наночастиц комплекса металлов на организм карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2013. - № 2 (40). - С.113-116.
11. Аринжанов, А.Е., Влияние наночастиц на гематологические показатели крови карпа / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Вестник мясного скотоводства. - 2013. - Т. 5. - № 83. - С.92-97.

- 12.Аринжанов, А.Е. Перспективы использования наночастиц в животноводстве (обзор) / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова // Вестник мясного скотоводства. - 2014. - Т. 2. - № 85. - С.7-12.
13. Асланов, Н.Е. Экспериментальное изучение поведения рыб в потоке / Н.Е. Асланов // Докл. ВНИРО – 1952. – Вып. 1. - С. 13-18.
14. Атлас пресноводных рыб России: В 2-х т. Т.1 / под. ред. Ю. С. Решетникова. - М.: Наука, 2002. – 379 с.
- 15.Бабаян, К.Е. Развитие рыбного хозяйства внутренних водоемов в 10 пятилетие / К.Е. Бабаян // Рыбное хозяйство – Киев; 1977. – В. 24. – С. 3-8.
- 16.Базикалова, А.Я. Амфиподы оз. Байкал / А.Я. Базикалова // Тр. Байкальск.лимнол. ст. 1945. Т. 2 - С. 3 - 440.
- 17.Байкальский эндемик *Gmelinoides fasciatus* (Micropodida, Gammaroidea, Amphipoda) в озере Арахлей / Д.В. Матафонов, М.Ц. Итигилова, Р.М. Камалтынов, Л.М. Фалейчик // Зоологический журнал. 2005. Т. 84, №3. - С. 321 – 329.
- 18.Балабанова, З.М. Гидрохимическая характеристика Ириклинского водохранилища / З.М. Балабанова // Труды УралСибНИИРХ. - Т. 8. 1971. - С. 27-41.
- 19.Барезблатт, Г.И. Турбулентность в аномальных жидкостях / Г.И. Барезблатт // Известия АН СССР – МЖГ – 1968. - № 3.
- 20.Барезблатт, Г.И. Влияние растворов некоторых высокомолекулярных соединений на снижение сопротивления при обтекании тел турбулентным потоком / Г.И. Барезблатт, И.Г. Булина, В.П. Мясников // ПМТФ – 1965. - № 4.
- 21.Барезблатт, Г.И. Об одном возможном механизме влияния малых добавок высокомолекулярных соединений на турбулентность / Г.И. Барезблатт, И.Г. Булина, Я.Б. Зельдович // ПМТФ – 1965. - № 5.
- 22.Барсуков, В.В. Фауна СССР. Рыбы. / В.В. Барсуков. – М.: Изд. АН СССР; 1959. Вып. 5 – 614 с.
- 23.Барсуков, В.В. Скорость движения рыб / В.В. Барсуков // Природа – 1960. - № 3 – С. 103.
- 24.Батурина, В.Н. Фитопланктон Ириклинского водохранилища в годы его становления (1958-1966) / В.Н. Батурина // Структура и функции водных

биоценозов, их рациональное использование и охрана на Урале. - Свердловск, 1979. - С. 14-15.

25. Бекман, М.Ю. Экология и продукция *Micrurorus possolskii* Sow. и *Gmelinoides fasciatus* Stebb. / М.Ю. Бекман // Труды Лимнологического института (Сибирское отделение Академии наук СССР) 1962. Т. 2, ч. 1. - С. 141-155.

26. Бельченко, Л.А. Интенсивность углеводного обмена в мышцах рыб в покое и при различных режимах плавания: дисс. ... канд. биол. наук / Л.А. Бельченко – Новосибирск, 1972.

27. Бергнер, Х. Научные основы питания сельскохозяйственных животных / Х. Бергнер, Х. Кетц. – М.: Колос, 1973. – 597 с.

28. Биологическое обоснование к прогнозу возможных уловов рыбы в водоемах Урала в 2000 г.: Отчет УралСибрыбНИИпрект / рук. Воронин В.П. – Екатеринбург, 1999.

29. Биологическая оценка продуктивности водоемов аридных территорий для разведения тепловодной и тропической аквакультуры: монография / И.Ю. Киреева [и др.]. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2006. – 155 с.

30. Буданов, Н.Д. Гидроэкология Урала / Н.Д. Буданов – М.: Наука, 1964. – 345 с.

31. Буханевич, И.В. Новые данные о скорости движения рыб / И.В. Буханевич // Рыбное хозяйство – 1969. - № 10 – С. 9-10.

32. Буховец, В.Е. Водообмен при бассейновом выращивании товарного карпа на теплых водах / В.Е. Буховец // Методы индустриального рыбоводства – М., 1977. – Вып. 17 – С. 48-56.

33. Бючли, О. Лекции по сравнительной анатомии. Часть I / О. Бючли. – Петербург, 1971. – 530 с.

34. Ваняев, Н.А. Высокие темпы / Н.А. Ваняев // Рыбоводство и рыболовство – 1977. - № 1. – С. 5-7.

35. Ваняев, Н.А. О задачах Минрыбхоза РСФСР об увеличении производства товарной рыбы в свете решений XXV съезда КПСС / Н.А. Ваняев // Мат.

республиканского семинара-совещания работников рыбного хозяйства – Л.: 1977. – С. 9-31.

36.Варич, Ю.Н. Анализ обтекания живых катранов (*Squalus acanthias*) при помощи информационной системы / Ю.Н. Варич // Зоологический журнал – 1971. – Т. 50. - № 1. – С. 126-129.

37.Васильева, Е.Д. Природа России: жизнь животных. Рыбы.- / Е.Д. Васильева. - М.: ООО «Фирма “Издательство АСТ”», 1999.- 640 с. – ISBN 5- 237-02585- 4.

38.Винберг, Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб / Г.Г. Винберг – Минск: Изд-во Белорусского университета, 1956. – 236 с.

39.Винберг, Г.Г. Первичная продукция водоемов / Г.Г. Винберг // Минск: Изд. АН БССР, 1960. – С.161-162.

40.Виноградов, В.К. Растительные рыбы – будущее рыбного хозяйства России / В.К. Виноградов, Е.А. Мельченков // Материалы докладов научно-практич. конф. «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». – Краснодар: «Здравствуйте», 2001. – С. 152-154.

41.Власов, В.А. Фермерское рыбоводство / В.А. Власов – М.: Столичная типография, 2008. – 168 с.

42.Власов, В.А. Рыбоводство / В.А. Власов. – С.-Пб.: Лань, 2012. – 352 с. ISBN 978-5-8114-1095-8

43.Влияние скорости течения воды на этологические особенности карпа / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков, В.А. Родионов, С.А. Мирошников // Материалы Международного симпозиума «Социально-экономические, политические и экологические проблемы в сельском хозяйстве России и стран СНГ: история и современность», ОГАУ. - Оренбург, 2004. – С. 115-118.

44.ВНИИПРХ. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству – М.: Агропроиздат, 1986. – Т. 1. – 259 с.

45.ВНИИПРХ. Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству – М.: Агропроиздат, 1986. – Т. 2. – 317 с.

46. Гессе, Р. Тело животного как самостоятельный организм / Р. Гессе. – Санкт-Петербург, 1913. – 740 с.

47. Гидробиологическая характеристика Ириклинского водохранилища / Г.Н. Соловых, Е.К. Раимова, Н.Д. Осадчая, Л.Г. Фабарисова, Л.П. Никитина. - Екатеринбург, 2003. - 180 с.

48. Головин, П.П. Газопузырьковая болезнь рыб в хозяйствах индустриального типа / П.П. Головин, В.А. Мусселиус // Рыбное хозяйство – 1977. - № 5. - С. 33-36.

49. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов. М.: Государственный комитет стандартов Совета Министров СССР, 1977. – 12 с.

50. Грандильевская–Дексбах, М.Л. Вселение и акклиматизация кормовых беспозвоночных в водоемах Урала / М.Л. Грандильевская–Дексбах // Акклиматизация рыб и беспозвоночных в водоемах СССР. Изд – во «Наука», 1968. - С. 195-197.

51. Грандильевская–Дексбах, М.Л. Особенности формирования донной фауны Ириклинского водохранилища (на реке Урал) / М.Л. Грандильевская–Дексбах // Вопросы гидробиологии. Материалы 1 съезда ВГБО. М. 1965. - С. 103-104.

52. Грандильевская–Дексбах, М.Л. Акклиматизация мизид и других кормовых для рыб беспозвоночных в Ириклинском водохранилище / М.Л. Грандильевская–Дексбах // Гидробиологический журнал. 1978. Т. XIV, № 6. - С. 28-33.

53. Грандильевская–Дексбах, М.Л. Донная фауна и питание рыб Ириклинского водохранилища / М.Л. Грандильевская–Дексбах // Труды Уральского отделения Сибирского научно – исследовательского института рыбного хозяйства. 1971. Т. 8 - С. 55-70.

54. Грезе, В.Н. Байкальские элементы фауны как акклиматизационный фонд / В.Н. Грезе // Труды Всесоюзного гидробиологического общества. 1951. Т. 3. - С. 221-226.

55. Григорьев, Н.Г. Биологическая полноценность кормов / Н.Г. Григорьев, Н.П. Волков, Е.С. Воробьев. – М.: Агропромиздат, 1989. – 287 с.

56.Деева, Т.А. Перспективы использования теплых вод для промышленного рыбоводства / Т.А. Деева // Рыбоводство и рыболовство – 1975. - № 6. – С. 2-3.

57.Джаяни, Е.А. Современное состояние фитопланктона Ириклинского водохранилища / Е.А. Джаяни // Международная конференция «Актуальные проблемы планктонологии». Тезисы докладов. – Калининград: Изд.АтлантНИРО, 2012. – С. 46-47.

58.Жаров, В.Л. Система скомброидных рыб (подотряд Scombroidei, отрядPerciformes) / В.Л. Жаров // Вопросы ихтиологии – 1967. - № 7.

59.Жарков, А.Н. Влияние скорости течения в садках на кормовую активность карпа / А.Н. Жарков // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции ученых и специалистов. – Оренбург, 2002. – С. 38-39.

60.Жарков, А.Н. Эффективность использования корма карпами в зависимости от скорости течения в местах установки садков / А.Н. Жарков // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции ученых и специалистов. – Оренбург, 2002. – С. 40-41.

61.Заболотнов, Л.А. Физиологические аспекты нормирования энергетического питания молодняка крупного рогатого скота: автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.13 / Л.А. Заболотнов - Боровск, 1989. – С. 14-17.

62.Заец, В.А. К вопросу о переменной шероховатости покровов акул / В.А. Заец // Сборник «Бионика» – 1972. - № 6. – С. 67-73.

63.Зенкевич, А.А. Очерки по эволюции двигательного аппарата животных / А.А. Зенкевич // Журнал общей биологии – 1944. – Т. 5. - № 3. – С. 35.

64.Ивлев, В.С. Опыт оценки эволюционного значения уровней энергетического обмена / В.С. Ивлев // Журнал общей биологии – 1959. – Т. 20. - № 2. – С. 94-103.

65.Ивлев, В.С. Уровень энергетического обмена ланцетников / В.С. Ивлев // ДАН СССР – 1961. – т. 140. - № 5. - С. 1217-1220.

66.Ивлев, В.С. Активный энергетический обмен у мальков балтийского лосося (*S. Salar*) / В.С. Ивлев // Вопр. ихтиологии - 1962. – Т. 2. - № 12. – С. 158-168.

- 67.Иоргенсен, С.Э. Управление озерными системами / С.Э. Иоргенсен. - М.: [б.и.], 1985. - 159с.
- 68.Исаев, А.А. Рыбное хозяйство на теплых водах / А.А. Исаев // Рыбоводство и рыболовство – 1976. - № 2. – С. 8-9.
- 69.Исаев, А.И. Рыбное хозяйство водохранилищ / А.И. Исаев, Е.И. Карпова. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1980. – 304 с.
- 70.Использование экструдированных кормов с добавлением наночастиц металлов в кормлении рыб / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, А.М. Мирошников, А.В. Кудашева // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2012. - № 10. - С. 138-142.
- 71.Канидьев, А.Н. О состоянии и перспективах развития форелеводства в СССР / А.Н. Канидьев // Биотехника индустриального форелеводства – 1975. – Вып. 74. – С. 3-18.
- 72.Каспин, Б.А. Проектирование и строительство рыбоводных предприятий / Б.А. Каспин, А.Д. Лунаков, В.М. Шпихунов. – М.: [б.и.], 1976. – 153 с.
- 73.К вопросу об использовании наночастиц металлов в животноводстве / А.Е. Аринжанов, Е.П. Мирошникова, Ю.В. Килякова, И.С. Мужиков, Л.М. Рыжкова // Вестник мясного скотоводства. - 2013. - № 1 (79). - С.132-135.
- 74.Килякова, Ю.В. Экологическое состояние Ириклинского водохранилища. Оценка вылова рыбы за последнее десятилетие / Ю.В. Килякова // Научный журнал КубГАУ. 2007. № 33 (9).
- 75.Килякова, Ю.В. Водные растения: практикум / Ю.В. Килякова; Оренбургский гос. ун-т. Оренбург: ОГУ, 2013 – 201 с.
76. Кляшторин, Л.И. Водное дыхание рыб / Л.И. Кляшторин. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. – 215 с.
77. Кобец, Г.Ф. Влияние слизи рыб на турбулентное трение / Г.Ф. Кобец, М.Л. Комарова, В.С. Завялова // Бионика – 1969. - № 3. – С. 80-84.
78. Кобец, Г.Ф. О механизме влияния растворенных макромолекул на турбулентное трение / Г.Ф. Кобец // Бионика – 1969. - № 3. – С. 72-80.

79. Ковалевская, Л.А. Энергетика движущейся рыбы: дисс. ... канд. физико-математических наук / Л.А. Ковалевская – М., 1952. – 90 с.
80. Коваль, А.П. Шероховатость и некоторые особенности строения кожи меч-рыбы / А.П. Коваль // Бионика – 1972. - № 6. – С. 73-77.
81. Козлов, Л.Ф. Влияние сополимеров и рыбьей слизи на гидродинамическое сопротивление моделей и рыб / Л.Ф. Козлов, В.У. Пятецкий // Механизмы передвижения и ориентации животных – Киев: Наукова Думка, 1968. – С. 85-91.
82. Козлов, В.И. Аквакультура: учебник / В.И. Козлов, А.Л. Никифоров-Никишин, А.Л. Бородин. - М.: КолосС, 2006. - 446 с.
83. Козьмин, Ю.А. Ихтиофауна Ириклинского водохранилища и перспективы ее использования промыслом / Ю.А. Козьмин, В.П. Матюхин // Тр. УралСибНИИРХ, 1971. Т. 8. - С. 3-26.
84. Комаров, В.Г. Скорость и маневренность движения некоторых животных: автор. дис. ... канд. биол. наук / В.Г. Комаров – М., 1971.
85. Комаров, В.Г. Скорость движения некоторых животных / В. Г. Комаров. – Киев. Наукова думка, 1970. – 153 с.
86. Коржуев, П.А. Физиология обмена веществ у рыб / П.А. Коржуев // Вопросы ихтиологии – 1955. - № 5.
87. Корнеев, А.Н. Опыт садкового выращивания карпа в субтермальных водоемах / А.Н. Корнеев. - М.: Пищепромиздат, 1967. – 37 с.
88. Корнеев, А.Н. Разведение карпа и других видов рыб на теплых водах / А.Н. Корнеева. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982. - 150 с.
89. Корнеев, А.Н. Биологические основы индустриального рыбоводства на базе теплых вод энергетических объектов: дисс. ... д-ра биол. наук / А.Н. Корнеев – М., 1990.
90. Королева, В.А. Использование сбросных термальных вод электростанций в рыбоводстве / В.А. Королева. - М., 1978. – 55 с.
91. Котова, Л.И. Совершенствование технологии зимовки рыб / Л.И. Котова // Совершенствование биотехники в рыбоводстве. Сб. науч. трудов – М., 1985. – С. 12.

92. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-запада СССР / Пидгайко М.Л. [и др.] // Изв. ГосНИОРХ. – 1968. – т. 67. – С. 205-241.

93. Кудряшов, А.Ф. О гидродинамической роли чешуйного покрова рыб как аналога поверхностей непосредственно сформированных вихревыми потоками. Сообщение 1. Сходство неровностей чешуйного покрова с неровностями на поверхности рек, сформированных потоком в русле рек / А.Ф. Кудряшов, В.В. Барсуков // Зоологический журнал – 1967. – т. 46. – В. 3. – С. 393-403.

94. Кучеренко, Л.А. Биологические обоснования технологии производства товарного карпа в садковых хозяйствах на отработанных водах ГРЭС: дисс. ... д-ра. биол. наук / Л.А. Кучеренко – М., 1985 – 278 с.

95. Лайтхилл, Дж. М. Как плавают рыбы / Дж.М. Лайтхилл // Природа – 1971. - № 10. – С. 71-75.

96. Лебедев, С.В. Определение качества воды по биологическим, физическим и химическим показателям: лабораторный практикум / С.В. Лебедев, Е.П. Мирошникова. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – 109 с.

97. Лебедев, С.В. Лабораторный практикум по физиологии рыб / С.В. Лебедев, Е.П. Мирошникова, О.В. Кван. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – 120 с.

98. Лукьянова, В.С. К изучению влияния температуры и солености на скорость движения пресноводных организмов / В.С. Лукьянова // Зоологический журнал – 1938. – Т. 77. – В. 2. – С. 345-347.

99. Лыков, Л.П. Термальное рыбоводство – прогрессивная форма товарного рыбоводства / Л.П. Лыков // Методы индустриального рыбоводства. – М., 1977. – В. 17. – С. 194-202.

100. Магомаев, Ф.М. Товарное рыбоводство / Ф.М. Магомаев. – Астрахань: Изд-во КспНИИРХ, 2007. – 600 с.

101. Мак-Дональд, П. Питание животных / П. Мак-Дональд, Р. Эдвардс, Дж. Гринхальдж. - М.: Колос, 1970. – 503 с.

102. Мамонтов, Ю.П. Современное состояние и будущее аквакультуры / Ю.П. Мамонтов, Н.Е. Гепецкий // Материалы докладов научно-практич. конф.

«Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». – Краснодар: «Здравствуйте», 2001. – С. 5.

103. Мамонтов, Ю.П. Аквакультура в пресноводных водоемах России: рекомендации / Ю.П. Мамонтов, А.И. Литвиненко. – Тюмень: Госрыбцентр, 2007. – 35 с.

104. Мартынова, М.В. Донные отложения как составляющая лимнических экосистем / М.В. Мартынова. - М.: Наука, 2010. – 243 с.

105. Матюхин, В.П. Ихтиофауна Ириклинского водохранилища и основные черты ее формирования: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.П. Матюхин – Свердловск, 1967. – 23 с.

106. Матюхин, В.А. Биоэнергетика и физиология плавания рыб / В.А. Матюхин. - Новосибирск: Наука, 1973. – 154 с.

107. Микроэлементный состав рыбы, выращенной в разных условиях / Е.П. Мирошникова, А.А. Барабаш, Г.Б. Родионова, А.Н. Жарков, В.В. Тетдоев // «Вестник ОГУ» (приложение Биоэлементология). – Оренбург, 2005. № 2. – С. 14-16.

108. Мирошникова, Е.П. Поведение рыб во время кормления / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // Материалы Межрегиональной научно-практической конференции ученых и специалистов. – Оренбург, 2002. – С. 93-95.

109. Мирошникова, Е.П. Эффективность использования корма карпами в зависимости от скорости течения в местах установки садков / Е.П. Мирошникова // Матер. Межрег. научн. практ. конф. ученых и специалистов, ВНИИМС. - Оренбург, 2003. – С. 76-77.

110. Мирошникова, Е.П. Рост карпов и использование ими корма в зависимости от скорости течения воды в садках / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // Проблемы зоотехнии: Материалы Международной научно-практической конференции «Состояние и перспективы увеличения производства продуктов животноводства и птицеводства». – Вып. V, Оренбург, 2003. – С. 268-271.

111. Мирошникова, Е.П. Зависимость химического состава тела рыбы от скорости течения воды / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // Проблемы зоотехнии: Материалы Международной научно-практической конференции «Состояние и

перспективы увеличения производства продуктов животноводства и птицеводства». – Вып. V, Оренбург, 2003. – С. 272-275.

112. Мирошникова, Е.П. Зависимость морфологического состава тела рыбы от скорости течения воды / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // Материалы Международной научно-практической конференции «Развитие народного хозяйства в Западном Казахстане: потенциал, проблемы и перспективы». – Уральск, 2003. – С. 216-217.

113. Мирошникова, Е.П. Влияние скорости течения воды в садках на эффективность производства товарного карпа / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // Аграрная наука. 2003. - №10. – С. 16.

114. Мирошникова, Е.П. Влияние скорости течения на поведение карпа / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // Актуальные проблемы ветеринарной медицины и биологии: Материалы Международной научно-практической конференции. – Оренбург, 2003. – С. 429-430.

115. Мирошникова, Е.П. Расход энергии на плавание у рыб при различном энерго-протеиновом отношении в рационе / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // Актуальные проблемы ветеринарной медицины и биологии: Материалы Международной научно-практической конференции. – Оренбург, 2003. – С. 430-432.

116. Мирошникова, Е.П. Эффективность производства товарного карпа / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // Аграрная наука. 2003. - № 10. - С. 83-85.

117. Мирошникова, Е.П. Адаптационные изменения в организме рыб при различных скоростях водного потока / Е.П. Мирошникова // «Вестник российской академии сельскохозяйственных наук». 2004. № 4. С. 35-37.

118. Мирошникова, Е.П. Поведение карпа в условиях изменяющихся скоростей течения воды / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков, О.В. Богатова // «Вестник ОГУ». 2004. № 6. С. 90-92.

119. Мирошникова, Е.П. Расход энергии у карпов при плавании в составе косяка / Е.П. Мирошникова, О.В. Богатова, А.Н. Жарков // Вестник Оренбургского государственного университета. 2004. № 2. С. 134-137.

120. Мирошникова, Е.П. Адаптационные изменения в организме рыб при различных скоростях водного потока / Е.П. Мирошникова // Вестник Российской академии с.-х. наук. 2004. № 4. С. 35-37.

121. Мирошникова, Е.П. Эффективность использования чистопородного карпа в тепловодном рыбоводном хозяйстве / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков // «Совершенствование технологии производства и переработки продукции животноводства»: материалы Всероссийской. научно-практической конференции.- Волгоград, 2005.- С. 321.

122. Мирошникова, Е.П. Основы аквакультуры / Е.П. Мирошникова. - Оренбург: ОГУ, 2010. - 206 с. - ISBN 978-5-7410-1065-5

123. Мирошникова, Е.П. Частная ихтиология / Е.П. Мирошникова. - Оренбург: ОГУ, 2011.– 181 с. - ISBN 978-5-7410-1074-7

124. Мирошникова, Е.П. Общая биология (с основами биологии гидробионтов) / Е.П. Мирошникова, С.В. Лебедев, Г.В. Карпова. - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2011.– 623 с. - ISBN 978-5-7410-1072-3

125. Мирошникова Е.П. Общая ихтиология / Е.П. Мирошникова. - Оренбург: ОГУ, 2011.– 106 с. - ISBN 978-5-7410-1073-0

126. Мирошникова, Е.П. Аквакультура: практикум / Е.П. Мирошникова, С.В. Пономарев. – Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2013. – 184 с. ISBN 978-5-4417-0207-2

127. Мирошникова, Е.П. Практикум по ихтиотоксикологии / Е.П. Мирошникова, С.В. Лебедев. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – 110 с. ISBN 978-5-4417-0457-1

128. Мирошникова, Е.П. Изменение гематологических показателей параметров карпа под влиянием наночастиц металлов / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Ю.В. Килякова // Достижения науки и техники АПК. - 2013. - №5. - С.55-57.

129. Мирошникова, Е.П. Влияние наночастиц различной дозировки на продуктивность карпа и обмен химических элементов / Е.П. Мирошникова, А.Е.

Аринжанов, Ю.В. Килякова // Достижения науки и техники АПК. - 2014. - №5. - С.30-32.

130. Михеева, И.В. Микроорганизмы в воде и обрастание рыбоводных садков / И.В. Михеева // Тез. докладов III съезда ВГБО Рига, 1976. – Т. 3. – С. 159-161.

131. Михеев, В.П. Садковые выращивание товарной рыбы / В.П. Михеев. – М.: Изд-во легкая и пищ. пром-сть, 1982. – 216 с.

132. Михеев, В.П. Биологические основы садкового выращивания рыб во внутренних водоемах: дисс. ... д-ра биол. наук / В.П. Михеев - М., 1994. – 465 с.

133. Михеев, П.В. Садковое рыбоводное хозяйство на водохранилищах / П.В. Михеев, Е.В. Мейнер, В.П. Михеев. – М.: Пищевая промышленность, 1970. – 158 с.

134. Мицкевич, О.И. Оценка результатов акклиматизации байкальского бокоплава *Gmelinoides fasciatus* Stebb. в водоемах европейской части СССР / О.И. Мицкевич //Сб. науч.тр. ГосНИОРХ. 1984Т.223.- С. 73 – 78.

135. Моисеев, П.А. Ихтиология / П.А. Моисеев, Н.А. Азизова, И.И. Куранова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 384 с.

136. Морозова, А.Л. Исследование содержания углеводов и фосфорных соединений в тканях ставриды и скорпены при разном функциональном состоянии: автореф. дис. ... канд.биол.наук / А.Л. Морозова – Л., 1971.

137. Морозова, А.Л. Характер углеводного обмена в тканях рыб при мышечной работе / А.Л. Морозова, Л.П. Астахова // Энергетические аспекты роста и обмена водных животных – Киев: Наукова Думка, 1972. – С. 154-156.

138. Небольсина, Т.К. Состояние рыбных запасов Волгоградского водохранилища и их промысловое использование / Т.К. Небольсина // Сб. научн. трудов. ГосНИОРХ. - Ленинград, 1987. Вып. 268. - С. 61-84.

139. Негативное влияние сверхпороговых скоростей течения на эффективность садкового хозяйства / Е.П. Мирошникова, А.Н. Жарков, В.А. Родионов, С.А. Мирошников // Материалы междун. научно-практ. конф. «Народное хозяйство Западного Казахстана: состояние и перспективы развития». - Уральск, 2004. – С. 203-204.

140. Никольский, А.М. О соотношении формы тела рыбы с быстротой течения воды населяемого ими бассейна / А.М. Никольский // Вестник естествознания – 1891. - № 4.
141. Никольский, Г.В. Частная ихтиология / Г.В. Никольский - М.: «Наука», 1971. - 472 с.
142. Никольский, Г.В. Экология рыб. / Г.В. Никольский. 3-е изд. перераб. – М.: Высшая школа, 1974. – 366 с.
143. Николук, Б.А. Школа передового опыта / Б.А. Николук // Рыбоводство и рыболовство – 1977. - № 1. – С. 10-11.
144. Обмен химических элементов в организме карпа при использовании наночастиц кобальта и железа в корме / Е.П. Мирошникова, А.Е. Аринжанов, Н.Н. Глущенко, С.П. Василевская // Вестник Оренбургского государственного университета. - 2012. - № 6. - С. 170-175.
145. Овчинников, В.В. Миграция меч-рыбы, прусников и мерланов / В.В. Овчинников // Тр. Атлант НИРО. – 1969. – Вып. 25.
146. Оксийук, О.П. Методические приемы использования эколого-санитарной классификации поверхностных вод суши / О.П. Оксийук, В.Н. Жукинский // Гидробиол. журн – 1983. – 19, № 5.- С.63-67.
147. Отработать биотехнику выращивания карпа и растительноядных рыб в Ириклинском садковом хозяйстве Оренбургской области: отчет о НИР / рук. Цурихин Е.А. – Свердловск, 1988.
148. Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, разработать материалы, обосновывающие объемы ОДУ и материалы, обосновывающие возможные объемы добычи (вылова) водных биоресурсов, ОДУ которых не устанавливается на 2012 г. во внутренних водах, включая внутренние морские воды в зоне ответственности ФГНУ «ГосНИОРХ. Биологическое обоснование прогноза на 2013 год по основным рыбохозяйственным водоемам подведомственного региона, объектам промысла Т.3. Водоемы Оренбургской области: Отчет по теме. / под. ред. С.С. Мосияш. - Саратов, 2012. – 127 с.

149. Оценка биологической продуктивности Ириклинского водохранилища и разработка схемы рациональной рыбохозяйственной эксплуатации: отчет о НИР / рук. Силивров С.П. – Екатеринбург, 1993.

150. Оценка состояния запасов водных биологических ресурсов, разработать прогнозы ОДУ на 2009 г. в пресноводных водоемах ответственности ФГУП «Госрыбцентр». Биологическое обоснование к прогнозу общих допустимых уловов рыбы на Ириклинском водохранилище в 2009 г.: отчет о НИР / ФГУП Госрыбцентр; рук. Воронин В.П. – Екатеринбург, 2008. – 56 с.

151. Ольянская, Р.П. Очерки по регуляции обмена веществ / Р.П. Ольянская. – Л.: Изд. АН СССР, 1964. – 232 с.

152. Павленко, Г.Е. Сопротивление воды движению судов / Г.Е. Павленко. – М.: Изд-во « Морской транспорт», 1956. – 340 с.

153. Павлов, Д.С. Биологические основы управления поведения рыб в потоке воды / Д.С. Павлов. – М.: Наука, 1979. – 319 с.

154. Павлов, Д.С. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения / Д.С. Павлов, А.М. Пахорук. – М.: Пищевая промышленность, 1973. – 234 с.

155. Павлов, Д.С. Биологические основы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. / Д.С. Павлов, А.М. Пахорук. 2-е изд. переб. и допол. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 264 с.

156. Павлов, Д.С. Скорости и особенности движения рыб / Д.С. Павлов, Е.Н. Сабуренков // Основные особенности поведения и ориентации рыб – М.: 1974. – С. 155-186.

157. Павлов, Д.С. Влияние освещенности в потоке воды на скорость движение рыб в связи с особенностями их ориентации / Д.С. Павлов, Д.С. Скибин // Вопросы ихтиологии – 1968. – № 2. – С. 318-324.

158. Павлов, Д.С. Методика определения критических скоростей течения для рыб / Д.С. Павлов, В.К. Фомин // Рыбное хозяйство. – 1978. - № 11. – С. 30-32.

159. Павлов, Д.С. Внутривидовая структура у рыб. Анадромия и резидентность у лососевых рыб / Д.С. Павлов, К.А. Саввантова // Актуальные

проблемы современной ихтиологии. К 100-летию Г.В. Никольского. Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцева. – М.: Товарищество научных изданий КНК, 2010. – С. 62-81.

160. Павловский, Е.К. вопросу о кожных железах некоторых рыб / Е.К. Павловский. – С. Петербург, 1909. – 540 с.

161. Пеньков, В.Ю. Интенсификация тепловодного товарного карповодства / В.Ю. Пеньков // Перв. конгр. ихтиол. России Тез. докл. – М., 1997. – С. 292.

162. Парин, Н.В. Ихтиофауна океанской элипелагиали / Н.В. Парин. - М.: Наука, 1968. – 310 с.

163. Патент 2275802 Российская Федерация, МПК A01K 61/00, A23K 1/18. Способ определения величины расхода энергии, затрачиваемой на плавание у рыб / Мирошникова Е.П. [и др.]; заявитель и патентообладатель Госуд. образ. учрежден. высш. проф. образ. «Оренбургский государственный университет». – № 2004124275/12; заявл. 09.08.04; опубл. 10.05.06, Бюл. № 13. – 3 с.: ил.

164. Привезенцев, Ю.А. Использование теплых вод для разведения рыбы / Ю.А. Привезенцев. – М.: Агропроиздат, 1985. – 176 с.

165. Привезенцев, Ю.А. Интенсивное прудовое рыбоводство / Ю.А. Привезенцев. – М.: Агропроиздат, 1991. – 368 с.

166. Привезенцев, Ю.А. Выращивание рыб в малых водоемах / Ю.А. Привезенцев. – М.: Колос, 2000. – 128 с.

167. Привезенцев, Ю.А. Рыбоводство / Ю.А. Привезенцев, В.А. Власов. – М.: Мир, 2007. – 456 с.

168. Першин, С.В. Гидродинамические аспекты изучения водных животных / С.В. Першин // Сборник Бионика – М.: Наука, 1965. – С. 45-48.

169. Поддубный, А.Г. Миграции рыб во внутренних водоемах / А.Г. Поддубный, Л.К. Малинини. – М.: Агропроимиздат, 1988. – 224 с.

170. Пономарев, С.В. Фермерское рыбоводство / С.В. Пономарев, Л.Ю. Лагуткина. – М.: Колос, 2008. – 347 с.

171. Пономарев, С.В. Осетроводство на интенсивной основе: учебник для студентов / С.В. Пономарев, Д.И. Иванов. – М.: Колос, 2009. – 312 с.

172. Пономарев, С.В. Индустриальная аквакультура: учеб. для вузов / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. - Астрахань : Изд-во ИП Грицай Р.В., 2006. - 312 с.
173. Пономарев, С.В. Индустриальное рыбоводство: учебник. / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Лань, 2013. – 416 с.
174. Пономарев, С.В. Корма и кормление рыб в аквакультуре: учебник / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, А.А. Бахарева. – М.: Моркнига, 2013. – 417 с.
175. Правдин, И.Ф. Руководство по изучению рыб: Руководство / И.Ф. Правдин. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность», 1966. – 376 с.
176. Пучков, Н.В. Физиология рыб / Н.В. Пучков. – М.: Пищепромиздат, 1954. – 294 с.
177. Пучков, Н.В. Координированные движения тела и передвижение рыб в пространстве / Н.В. Пучков // Физиология рыб – М.: Пищепроиздат, 1954. – С. 268-272.
178. Пятицкий, В.Е. Гидродинамические характеристики плавания некоторых быстроходных морских рыб / В.Е. Пятицкий // Сб. бионика – 1970. - № 4.
179. Пятецкий, В.Е. О влиянии слизи на гидродинамическое сопротивление рыб / В.Е. Пятецкий, Ю.Н. Савченко // Бионика – 1969. - № 3. – С. 90-96.
180. Радаков, Д.В. Скорости движения рыб / Д.В. Радаков // Скорости движения и некоторые особенности зрения рыб – М., 1964. – С. 1-28.
181. Разработка проекта нормативов допустимого воздействия по бассейну реки Урал (Российская часть) (НДВ-09-02). Книга 2. Пояснительная записка к расчету нормативов допустимого воздействия на водные объекты в бассейне реки Урал (Российская часть): отчет о НИР / Инст. Экологии Волжского бассейна РАН; Рук. Талынин А.И. - Тольятти, 2010. - 236 с.
182. Родионов, В.А. Факторы внешней среды, определяющие химические показатели продуктов из гидробионтов / В.А. Родионов, А.Н. Жарков, Е.П. Мирошникова // Всероссийская научно-практическая конференция «Пути

увеличения производства и повышения качества животноводческой продукции». – Оренбург, 2003. – С. 149-151.

183. Рыбоводно-биологическое обоснование для строительства нерестового выростного завода на Ириклинском водохранилище Оренбургской области: отчет по теме. – Саратов, 2010. – 38 с.

184. Рыжков, Л.П. Основы рыбоводства / Л.П. Рыжков, Т.Ю. Кучко, И.М. Дзюбук. – С.-Пб.: Лань, 2011. – 528 с. ISBN 978-5-8114-1101-6

185. Сабуренков, Е.Н. Некоторые особенности скоростей движения рыб / Е.Н. Сабуренков // Тезисы докладов Всесоюзного совещания по экологии и физиологии рыб – М., 1966. – С. 53-67.

186. Сабуренков, Е.Н. О скоростях движения рыб / Е.Н. Сабуренков // Поведение рыб в зоне гидротехнических сооружений – М.: Изд-во Наук, 1967. – С. 3-15.

187. Сабуренков, Е.Н. О скоростях движения рыб / Е.Н. Сабуренков, Ю.Н. Сбикин, Д.С. Павлов // Поведение рыб в зоне гидротехнических сооружений – М., 1967. – С. 124-136.

188. Складов, Г.А. Рыбоводство / Г.А. Складов. – Ростов-на-Дону: Феникс, 2011. – 346 с.

189. Скотт, С. Содержание рыбы в замкнутых системах / С. Скотт. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 192 с.

190. Соловьев, В.И. Сопротивление воды движению корабля / В.И. Соловьев. – М.: Воениздат, 1955. – 270 с.

191. Солонин, В.П. О возникновении газовой эмболии при подращивании молоди растительноядных рыб индустриальным методом / В.П. Солонин // Воспроизводство рыб и совершенствование биотехники выращивания посадочного материала – Кишинев, 1976. – С. 27-28.

192. Стеффенс, В. Индустриальные методы выращивания рыбы / В. Стеффенс; пер. с нем. научн. ред. А. Канидьев – М.: Агропроиздат, 1985. – 384 с.

193. Столбов, А.Я. Влияние дозированных мышечных нагрузок на газообмен пресноводных рыб: автореф. дис. ... канд.биол.наук / А.Я. Столбов – Томск, 1973.

194. Строганов, Н.С. Зависимость дыхания рыб от скорости течения воды / Н.С. Строганов // Вестник Московского Университета. – 1949. - № 5. – С. 17-26.
195. Строганов, Н.С. Экологическая физиология рыб / Н.С. Строганов. – М.: Изд-во МГУ, 1962. – 149 с.
196. Суворов, Е.К. Основы ихтиологии / Е.К. Суворов. – М.: Советская наука, 1948. – 256 с.
197. Таннгаузер, С. Руководство по обмену веществ (Физиология и патология) / С. Таннгаузер. – Л.: Ленгиз, 1933. – Т.1. – 330 с.
198. Трофимова, Т.И. Курс физики / Т.И. Трофимова. – М.: Высшая школа, 2000. – 229 с.
199. Турецкий, В.И. Экспериментальное исследование эффективности энергетических затрат при плавании рыб: дисс. ... канд. биол. наук / В.И. Турецкий - Новосибирск, 1975. – 173 с.
200. Ускова, Е.Т. О влиянии некоторых биополимеров на ламинарный и турбулентный режим течения жидкости / Е.Т. Ускова, В.М. Жартовский // Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем – 1971. - № 3. – С. 125.
201. Ускова, Е.Т. Потенциометрическое титрование некоторых биополимеров, снижающих гидродинамическое сопротивление / Е.Т. Ускова, Н.И. Коцарь // Физико-химическая механика и лиофильность дисперсных систем – 1971. - № 3. – С. 69.
202. Филинова, Е.И. Байкальские гаммариды в Ириклинском водохранилище / Е.И. Филинова //Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод. Материалы лекций и докладов Международной школы – конференции. ИБВВ им. Папанина РАН, Россия, Борок, 5 – 9 ноября 2012 г. - С. 301 – 303.
203. Филинова, Е.И. Закономерности пространственного распределения зообентоса в Ириклинском водохранилище / Е.И. Филинова //Материалы Международной научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов». Т. IV «Водная экология». Пермь, 2011. - С. 123 – 125.

204. Цюпко, В.В. Физиологические основы питания молочного скота / В.В. Цюпко. – Киев: Урожай, 1984. – 152 с.
205. Чайковская, А.В. Изучение белковых компонентов слизистых покрытий рыб, обладающих различной эффективностью в снижении гидродинамического сопротивления: дисс. ... канд. биол. наук / А.В. Чайковская – Киев, 1979 – 153 с.
206. Честной, В.Н. Максимальные скорости движения рыб / В.Н. Честной // Рыбное хозяйство – 1961. - № 9. – С. 22-27.
207. Чибилев, А.А. Ириклинское водохранилище. Эколого-географический атлас-альбом / А.А. Чибилев – Оренбург: Оренбургское отделение Русского Географического общества, ИПК «Газпромпечатъ», 2002. – 40 с.
208. Шлихтинг, Г. Теория пограничного слоя / Г. Шлихтинг – М.: Иностранная литература, 1956. – 248 с.
209. Шмидт, П.Ю. Миграция рыб / П.Ю. Шмидт – М.: Изд-во АН СССР, 1947. – 361 с.
210. Шулейкин, В.В. Внешняя и внутренняя динамика рыбы / В.В. Шулейкин // Известия АН СССР. – 1934. – сер. 7. - № 8.
211. Шулейкин, В.В. Как рыба лоцман движется со скоростью акулы / В.В. Шулейкин // ДАН СССР – 1958. – Т. 119. - № 5.
212. Шулейкин, В.В. Очерки по физике моря / В.В. Шулейкин – М.: Изд-во АН СССР, 1962. – 346 с.
213. Шулейкин, В.В. Физика моря / В.В. Шулейкин – М.: Изд-во АН СССР, 1949. – 230 с.
214. Шулейкин, В.В. Гидродинамические качества рыб/ В.В. Шулейкин, В.С. Лукьянова, И.И. Стась // Известия АН СССР. – 1937. - № 3.
215. Шулейкин, В.В. Сравнительная динамика морских животных / В.В. Шулейкин, В.С. Лукьянова, И.И. Стась // Доклады АН СССР. – 1939. - Т. XXII. - № 7.
216. Эрм, В. Миграции производителей / В. Эрм, С. Бонтемпе, Р. Вольксис // Биология и промысловое значение рыбцов Европы // Вильнюс, 1970. – С. 71-103.

217. Abderhalden, E. Bibliographie der gesamten wissenschaftlichen Literatur über den alkohol und alkoholismus – Berlin / E. Abderhalden. – Wien: Urban und Schwarzenberg, 1904. – 192 pp.

218. Alexander, R.M. Functional design in fishes / R.M. Alexander. – London: Hutchinson and CO LTD, 1967. – 160 pp.

219. Armstrong, D.J. The heat increment of steam volatile fatty acids in fasting sheep / D.J. Armstrong, K.L. Blaxter // Br. J. Nutr. – 1957. - № 11. – P. 247-251.

220. Arnold, G.P. Rheotropism in fishes / G.P. Arnold // Biol. Revs. Cambridge Phil Soc. – 1974. – Vol 49. - № 4. – P. 515-576.

221. Arwater, W.O. Proposed tentative program of an investigation of the physiological effects of alcohol to be carried out in the nutrition / W.O. Arwater, F.J. Benedict. – Lab. of the Carnegie instn. of Washington - Boston, Mass. – 1912. – 160 pp.

222. Bainbridge, R. Speed and stamina in three fish / R. Bainbridge // J. Exp. Biol. – 1960. – Vol 37. – P. 129-153.

223. Beamish, F.W.H. Influence of starvation on standard and routine oxygen consumption / F.W.H. Beamish // Trans. Amer. Fish. Soc. – 1964. – V. 93. - № 1. – P. 103-107.

224. Beamish, F.W.H. Swimming endurance of some northwest atlantic fishes / F.W.H. Beamish // J. Fish. Res. Bd Canada. – 1966. – V. 23. - № 3. – P. 341-347.

225. Bettges, J. Prozesswassernutzung zur Fischproduktion / J. Bettges // Landtechnik. – 1978. – Bd. 33. – H. 1. – S. 32-34.

226. Biedermann, W. Die Hautsekretion erg. d. biol. / W. Biedermann. – 1930. – Bd. 6 – S. 426-558.

227. Black, E.C. Alterations in the blood level of lactic acid in certain salmonoid fishes following muscular activity III Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka* / E.C. Black // J. Fish. Res. Bd. Can. – 1957. – V. 14. - № 6. – P. 645-649.

228. Black, E.C. Changes in glycogen pyruvate and lactate in rainbow trout (*Salmo gairdneri*) during and following muscular activity / E.C. Black, G. Nanning, H. Koichiro // J. Fish. Res. Bd. Canada. – 1962. – V. 19. - № 3. – P. 409-436.

229. Black, E.C. Changes in level of haemoglobin oxygen, CO₂ pyruvate and lactate in venous blood of rainbow trout (*salmo gairdneri*) during in following severe muscular exercise / E.C. Black, G. Nanning, H. Koichiro // J. Fish. Res. Bd. Canada. – 1966. – V. 23. - № 5. – P. 783-795.
230. Blaxter, J.H.S. Swimming speeds of fish. FAO conference on fish behaviour in relation to fishing techniques and tactics / J.H.S. Blaxter. – Bergen, Norway, 1967. – P. 1-32.
231. Blaxter, J.H.S. Observation on the swimming speeds of fish / J.H.S. Blaxter, W. Dickson // J. Consell. perman. internat. explorat. mer. – 1959. – V. 24. - № 3. – P. 472-479.
232. Blaxter, K.L. The energy metabolism of ruminants / K.L. Blaxter. – London: Hutchinson. – 1968. – 547 pp.
233. Blazka, P. The anaerobic metabolism of fish / P. Blazka // Physiol. Zool. – 1958. – V. 31. – P. 117-128.
234. Brett, J.R. The energy required for swimming by young Sockeye salmon with a comparison of the drag force on dead fish / J.R. Brett // Trans. Royal Soc. Canada. – 1963. – V. 1. - № 4. – P. 441-457.
235. Brett, J.R. The respiratory metabolism and swimming performance of young sockeye salmon / J.R. Brett // J. Fish. Res. Bd. Canada. – 1964. – V. 21. - № 5. – P. 1183-1225.
236. Brown, M.E. Physiology of fishes / M.E. Brown // Acad. Press. – N. York, 1957. - № 1. – P. 11-63.
237. Castro, W. Effect of polymer additives on transition in pipe flow / W. Castro, W. Squire // Applied scientific research – 1967. – V. 18. - № 2. - P. 81-96.
238. Dow, R.L. Swimming speed of river herring *Coregonus pseudokareugus* (Willson) / R.L. Dow // J. Consell. perman. internat. explorat. Mer. – 1962. – V. 27. - № 1. – P. 77.
239. Ege, R. On the relationship between the temperature and the respiratory exchange in fishes / R. Ege, A. Krogh // Intern. Rev. Les. Hydrobiol. Hydr. – 1914. - № 1. – P. 48-55.

240. Glebe, B. Temporal intra – population differences in energy allocation and use by American shad (*Alosa Sapidissima*) during the spawning migration / B. Glebe, W.C. Leggett // *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* – 1981. – V. 38. - № 7. – P. 795-805.
241. Gordon, M.S. Oxygen consumption of red and white muscles from tuna fishes / M.S. Gordon // *Science.* – 1968. – V. 159. – P. 3810.
242. Greer, W.M. The movements of place (*Pleuronectes platess* L.) tracked in the open sea / W.M. Greer, J.F.K. Harlen, G.P. Arnold // *J. Coms int. Explor. Mer.* – 1978. – V. 38. - № 1. – P. 58-86.
243. Hales, C.W. The glucose – fatty acids cycle and actiology of diabetes / C.W. Hales // *Proc. Nutr. Soc.* – 1966. – Vol. 25. - № 1. – P. 61-66.
244. Hammond, B.R. The effect of physical conditioning on the metabolism of lactate, phosphate and glucose in rainbow trout, *salmo gairdneri* / B.R. Hammond, P.Yr. Hiichman // *J. Fish. Res. Bd. Can.* – 1966. – V. 23. - № 1.
245. Harden, F.R. Fish migrations / F.R. Harden – London, Arnold, 1968. – 325 p.
246. Harris, J.E. Vertebrate locomotion / J.E. Harris // *Nature.* – 1963. – V. 189. – P. 97-98.
247. Heath, A.G. Changes in the metabolic rate and blood lactic acid of bluegill sunfish. *Upomis macrochirus*. Ref. following severe muscular activity / A.G. Heath, A.W. Prichard // *Physiol. Zool.* – 1962. – V. 35. - № 4.
248. Hochachka, P.W. Liver glicogen reserves of interacting resident and introduced trout populations / P.W. Hochachka // *J. Fish. Res. Bd. Canada.* – 1961. – V. 18. - № 1. – P. 125-135.
249. Hoyt, J.W. Effect of high-polymer solutions on a cavitating body, proceedings II-th International towing tank conference. The Sociery of Naval Architects of Japan / J.W. Hoyt. – Tokyo, 1966. – P. 233-234.
250. Hoyt, J.W. The effect of additives on fluid friction / J.W. Hoyt, A.G. Fabula // 5 – The symposium on navel hydrodynamic – Bergen, 1964. – P. 947-957.
251. Forbes, E.B. The computed as compared with the directly observed fating catabolism of cattle as a measure of the maintenance re quirement of energy / E.B. Forbes, M. Kriss, W.W. Braman // *J. Agric. Res.* – 1927. – V. 34. - № 167. – P. 946.

252. Fry, F.E.J. Cruising speed of goldfish in relation to water temperature / F.E.J. Fry, J.S. Hart // J. Fish. Res. Bd. Canada. – 1948. – V. 7. - № 4. – P. 169-175.
253. Kann, S. Die histologie der fischhaut von biologischen gesichtspunkten aus betrachtet / S. Kann // Zellforschung und micros. Anatomic. – 1927. – Bd. 4. – S. 482-510.
254. Kenney, N. Sharks: Wolves of the sea / N. Kenney // National Geographic – 1968 – V. 133 - № 2 – p. 222-257.
255. Kleiber M. The Fire of Life An Introduction to Animal Energetics / M. Kleiber. – N.Y., 1961. – 156 pp.
256. Krogh, A. The comparative physiology of respiratory mechanisms / A. Krogh. - Univ of Penn Press., Philadelphia, 1941. – P. 1-172.
257. Leggett, W.C. Weight loss in American shad (*Alosa sapidissima* Wilson) during the freshwater migration / W.C. Leggett // Trans. Amer. Fish. Soc. – 1972. – V. 101. - № 3. – P. 549-552.
258. Mann, H. Auswirkungen der Intensivhaltung von Forellen auf das Gewässer / H. Mann // An Beispiel eines Baggersees Fischwirt. – 1974. - № 24. – S. 7-10.
259. Nagiec, M.Z. jaka szkodliwość pluwa ryb / M.Z. Nagiec // Cospod. rybne.– 1962. – V. 14. - № 6. - S. 24-25.
260. Pollan, C.E. Update: dietary protein and microbial protein contribution / C.E. Pollan // Amer. institute of rats., Proceedings of the Symposium, 1988. – P. 78-90.
261. Ritzman, E.J. Nutritional physiology of the adult ruminant / E.J. Ritzman, F.J. Benedict. - Washington, 1938. – 145 pp.
262. Rosen, M.W.W. Fluid friction of fish slimes / M.W.W. Rosen // Nature. – 1971. – V. 234. - № 5. – P. 49-51.
263. Roy, J.H.B. Physiology / J.H.B. Roy, C.F. Hoffman, E.P. Reineke // Br. J. Nutr. – 1957. – V. 11. - № 373.
264. Schreder, B. Über den schlamm und seine biologische bedeutung / B.Schreder // Biologisches centralblatt. – 1903. – Bd. 22. – S. 13.

265. Smit, H. Some experiment on the oxygen consumption of goldfish (*carassius auratus*) in relation to swimming speed / H. Smit // Can. J. Zool. – 1965. – V. 43. – P. 623-633.

266. Spoor, W.A. A quantitative study of the relationship between activity and oxygen consumption of the goldfish and its application to the measurement of respiratory metabolism in fishes / W.A. Spoor // Biol. Bull. – 1946. – V. 91. – P. 312-315.

267. Stevens, E.D. The effect of intermittent exercise on carbohydrate metabolism in rainbow trout, *salmo gairdnerii* / E.D. Stevens, E.C. Black // J. Fish. Res. Bd. Can. – 1966. – V. 23. - № 4.

268. Stringham, E. The maximum speed of fresh-water fishes / E. Stringham // Amer. Naturalist. – 1924. - № 9. – P. 34.

269. Toms, B.A. Some observations on the flow linear polymer solutions through straight tubes at large reynolds numbers / B.A. Toms // Proceedings 1st international congress on rheology schreveningen. – 1948. – V. 2. – P. 135-141.

270. Tytler, P. Relationship between oxygen consumption and swimming speed in the Haddock (*melanogrammus aeglefinus*) / P. Tytler // Nature. – 1969. – V. 221. - № 5177. – P. 274-275.

271. Walters, V. Measurements of swimming speeds of yellowfin tuna and wahoo / V. Walters, H.L. Fierstine // Nature. – 1968. – V. 202. – P. 208-209.

272. Webb, P.W. The swimming energetics of trout. II Oxygen consumption and swimming efficiency / P.W. Webb // J. Exp. Biol. – 1971. – V. 55. - № 2. – P. 521-540.

273. Webb, P.W. The effect of size and swimming speed on locomotor kinematics of rainbow trout / P.W. Webb, P.T. Kostick, D.E. Stevens // J. Exp. Biol. – 1984. - № 109. – P. 77-95.

274. Wendt, C. Liver and muscle glycogen blood lactate in winter and summer. / C. Wendt // Re. Inst. Freshwater Res. Drottningholm. – 1965. – V. 46. – P. 148-167.

275. Widmark, F.M.P. Über die Umsetzungsgeschwindigkeiten des Äthylalkohols und über die Bedingungen für die Akkumulation derselben in menschlichen Organismus / F.M.P. Widmark. – Kopenhagen: Levin U. Munksgaard publ., 1926. – 346 pp.

276. Министерство сельского хозяйства, пищевой и перерабатывающей промышленности Оренбургской области. Режим доступа: <http://mcx.orb.ru>.

277. Министерство природных ресурсов, экологии и имущественных отношений Оренбургской области. Режим доступа: <http://mpr.orb.ru>.

Приложение А

(справочное)

Состав премикса, использованного для приготовления комбикормов

Таблица А.1 - Состав премикса, использованного для приготовления комбикормов

Показатель	Содержание в 1 тонне премикса
Витамины:	
А, млн. МЕ	1000
Д ₃ , млн. МЕ	125
В ₁ , мг	1700
В ₂ , мг	1600
В ₃ , мг	3400
В ₄ , мг	50000
В ₅ , мг	2500
В ₆ , мг	1500
В _с , мг	300
В ₁₂ , мг	5
Е, мг	5000
К ₃ , мг	500
С, мг	20000
Микроэлементы:	
Железо, г	1000
Марганец, г	1000
Цинк, г	1800
Медь, г	250
Йод, г	50
Кобальт, г	20

Приложение Б

(справочное)

Аминокислотный состав опытных комбикормов

Таблица Б.1 - Аминокислотный состав опытных комбикормов, г/кг

Показатель	Рецепт комбикорма	
	РГМ-8В	РГМ-8В (-75% рыб.муки+заменины на пшеницу)
Содержание протеина	400,3	322,9
Лизин	22,8	15,7
Метионин	6,9	5,0
Цистин	5,7	4,4
Триптофан	4,3	3,7
Аргинин	24,3	20,1
Гистидин	8,3	6,7
Лейцин	25,1	20,3
Изолейцин	16,3	13,2
Фенилаланин	16,5	13,9
Тирозин	12,0	9,9
Треонин	15,4	12,1
Валин	20,2	16,4
Глицин	20,9	15,7

Приложение В

(справочное)

Результаты хронометрических исследований пищевой активности карпа

Таблица В.1 - Результаты хронометрических исследований пищевой активности карпа (садки со скоростью течения 0,34 м/с)

Временной промежуток	Полное время, м	Временной промежуток	Полное время, мин
		14 ²⁴ -14 ³¹	7
9 ¹⁰ -9 ¹⁵	3	14 ⁴⁵ -14 ⁵¹	6
9 ²⁹ -9 ³⁴	5	15 ¹¹⁻¹⁵ 15	4
9 ⁵⁰ -9 ⁵²	2	15 ¹⁷ -15 ¹⁹	2
10 ¹⁷ -10 ²¹	4	15 ²² -17 ⁰⁰	98
10 ³⁵ -10 ³⁷	2	17 ¹⁰ -20 ¹⁰	180
10 ³⁹ -10 ⁴¹	2	19 ⁵⁰ -20 ¹⁰	11
10 ⁴⁴ -10 ⁴⁸	4	20 ⁵⁰ -22 ³⁰	100
11 ⁰⁰ -11 ⁰²	2	22 ³² -2 ⁰⁵	213
11 ¹⁸ -11 ²²	4	2 ¹⁸ -6 ¹⁵	237
11 ³¹ 11 ³³	2	6 ¹⁷ -6 ³⁷	20
11 ⁴³ 12 ⁴¹	21	7 ⁰² -7 ¹⁴	12
12 ⁵⁷ -13 ¹⁴	17		
13 ²⁴ -13 ²⁶	2	7 ²⁰ -7 ²²	2
13 ²⁷ -13 ²⁹	2	8 ¹¹ -8 ¹³	2
13 ³¹ -13 ³⁶	5	8 ⁴⁴ -8 ⁴⁸	4
13 ⁴⁶ -13 ⁵⁰	4	8 ⁵⁰ -8 ⁵³	3
13 ⁵² -13 ⁵⁵	3		
14 ⁰¹ -14 ⁰⁹	8	Общее время	998
14 ¹⁰ -14 ¹⁵	5		

Приложение Г

(справочное)

Результаты хронологических исследований пищевой активности карпа

Таблица Г.1 - Результаты хронологических исследований пищевой активности карпа (садки со скоростью течения $\leq 0,1$ м/с)

Временной промежуток	Полное время, м	Временной промежуток	Полное время, м
$9^{18}-9^{10}$	2	$18^{17}-18^{23}$	6
$9^{41}-9^{44}$	3	$18^{30}-20^{09}$	99
$10^{24}-10^{27}$	3	$20^{45}-21^{40}$	55
$10^{31}-10^{35}$	4	$21^{59}-2^{05}$	46
		$2^{15}-2^{25}$	10
$11^{05}-11^{07}$	2	$2^{29}-2^{52}$	23
$11^{21}-11^{23}$	2	$3^{03}-4^{48}$	105
$11^{41}-11^{43}$	2	$4^{50}-6^{18}$	88
$11^{52}-11^{56}$	4	$6^{38}-7^{02}$	24
$12^{07}-12^{11}$	4	$7^{05}-7^{08}$	3
$12^{23}-12^{26}$	3	$7^{24}-7^{33}$	7
$12^{29}-12^{31}$	2	$8^{03}-8^{10}$	5
$12^{40}-12^{44}$	4	$8^{14}-8^{16}$	2
$12^{58}-13^{12}$	14	$8^{40}-8^{42}$	2
$13^{28}-13^{36}$	8		
$13^{55}-14^{04}$	9	Общее время	873
$14^{20}-14^{28}$	8		
$14^{37}-15^{28}$	51		
$15^{57}-16^{12}$	15		
$16^{24}-16^{35}$	11		
$16^{48}-16^{55}$	7		
$17^{11}-17^{30}$	19		
$17^{43}-18^{04}$	21		

Приложение Д

(справочное)

Динамика среднесуточных температур воды в сбросном канале

Ириклинской ГРЭС за период эксперимента (I опыт)

Таблица Д.1 - Динамика среднесуточных температур воды в сбросном канале

Ириклинской ГРЭС за период эксперимента (I опыт)

Дата	Т, °С	Дата	Т, °С	Дата	Т, °С	Дата	Т, °С
1.07	19	1.08	25	1.09	26	1.10	20
2.07	20	2.08	26	2.09	25	2.10	21
3.07	20	3.08	26	3.09	24	3.10	20
4.07	21	4.08	27	4.09	22	4.10	19
5.07	20	5.08	26	5.09	23	5.10	17
6.07	21	6.08	25	6.09	23	6.10	17
7.07	25	7.08	27	7.09	22	7.10	18
8.07	26	8.08	26	8.09	23	8.10	18
9.07	24	9.08	26	9.09	24	9.10	19
10.07	24	10.08	25	10.09	25	10.10	18
11.07	24	11.08	26	11.09	23	11.10	18
12.07	23	12.08	27	12.09	22	12.10	18
13.07	24	13.08	27	13.09	22	13.10	19
14.07	25	14.08	27	14.09	22	14.10	19
15.07	25	15.08	27	15.09	21	15.10	21
16.07	26	16.08	24	16.09	22	16.10	19
17.07	27	17.08	25	17.09	22	17.10	20
18.07	25	18.08	25	18.09	23	18.10	19
19.07	24	19.08	25	19.09	23	19.10	19
20.07	24	20.08	26	20.09	24	20.10	18
21.07	26	21.08	25	21.09	21	21.10	17
22.07	25	22.08	26	22.09	21	22.10	15
23.07	27	23.08	26	23.09	21	23.10	15
24.07	27	24.08	25	24.09	20	24.10	15
25.07	24	25.08	25	25.09	20	25.10	14
26.07	25	26.08	25	26.09	19	26.10	14
27.07	26	27.08	25	27.09	22	27.10	15
28.07	26	28.08	26	28.09	21	28.10	17
29.07	28	29.08	24	29.09	20	29.10	15
30.07	28	30.08	24	30.09	21	30.10	15
31.07	27	31.07	25			31.10	16
Среднее за июль	24,4	Среднее за август	25,9	Среднее за сентябрь	22,2	Среднее за октябрь	17,6

Приложение Е

(справочное)

Химический состав корма и экскрементов подопытной рыбы

Таблица Е.1 - Химический состав корма и экскрементов подопытной рыбы, %

Показатель	В среднем по I, II группам		В среднем по III, IV группам	
	состав корма	состав экскрементов	состав корма	состав экскрементов
Сырой протеин	40,0	18,7	32,7	16,15
Сырой жир	9,7	4,26	9,2	3,32
Углеводы:				
легкогидролизующиеся	23,3	18,78	32,2	23,06
трудногидролизующиеся	5,4	4,45	5,9	2,17
Индикатор (окись хрома)	1,0	2,05	1,0	1,93

Приложение Ж

(справочное)

Химический состав и концентрация энергии в смеси внутренних органов подопытной рыбы

Таблица Ж.1 - Химический состав и концентрация энергии в смеси
внутренних органов подопытной рыбы, %

Группа	Вода	Сухое в-во	Протеин	Жир	Концентраци я энергия МДж/кг СВ
Начало опыта					
-	61,30	38,70	13,25	24,93	33,79
После 40 дней опыта					
I	64,19	35,81	10,96	23,96	33,91
II	54,72	45,28	10,36	34,03	35,35
III	58,35	41,65	11,59	29,25	34,57
IV	54,41	45,59	9,87	34,84	35,56
После 80 дней опыта					
I	56,47	43,53	11,29	31,56	35,02
II	47,47	52,53	10,67	41,16	36,01
III	46,30	53,70	9,54	43,60	36,53
IV	51,39	48,61	9,03	38,97	36,32

Приложение И

(справочное)

Химический состав и концентрация энергии в скелетной мускулатуре подопытной рыбы

Таблица И.1 - Химический состав и концентрация энергии в скелетной мускулатуре подопытной рыбы, %

Группа	Вода	Сухое в-во	Протеин	Жир	Концентрац ия энергия МДж/кг СВ
Начало опыта					
-	78,88	21,12	14,53	5,64	27,04
После 40 дней опыта					
I	75,56	24,44	15,27	7,93	27,81
II	76,01	23,99	14,87	7,87	27,84
III	75,25	24,75	15,28	8,24	27,97
IV	74,09	25,91	15,34	8,78	27,60
После 80 дней опыта					
I	67,83	32,17	19,35	11,93	29,10
II	73,22	26,78	16,66	9,22	28,54
III	71,36	28,64	16,05	11,71	26,63
IV	68,61	31,39	16,04	14,49	30,56

Приложение К

(справочное)

Химический состав и концентрация энергии в смеси кожи и подкожной жировой клетчатки подопытных рыб

Таблица К.1 - Химический состав и концентрация энергии в смеси кожи и подкожной жировой клетчатки подопытных рыб, %

Группа	Вода	Сухое вещество	Протеин	Жир	Концентрация энергия МДж/кг СВ
Начало опыта					
-	56,42	43,58	14,16	28,51	33,77
После 40 дней опыта					
I, II	48,42	51,58	15,13	35,78	34,59
III, IV	51,37	48,63	13,78	34,14	34,68
После 80 дней опыта					
I	46,90	53,10	13,20	39,29	35,36
II	48,25	51,75	10,67	33,49	30,67
III	45,01	54,99	12,46	41,95	35,75
IV	42,81	57,19	18,75	37,82	34,12

Приложение Л

(справочное)

Динамика среднесуточных температур воды в сбросном канале

Ириклинский ГРЭС за время II эксперимента

Таблица Л.1 - Динамика среднесуточных температур воды в сбросном канале

Ириклинский ГРЭС за время II эксперимента

Дата	Т, °С	Дата	Т, °С	Дата	Т, °С
1.07	21	1.08	26	1.09	26
2.07	22	2.08	25	2.09	24
3.07	23	3.08	23	3.09	25
4.07	23	4.08	24	4.09	24
5.07	22	5.08	24	5.09	23
6.07	23	6.08	26	6.09	24
7.07	23	7.08	24	7.09	22
8.07	24	8.08	26	8.09	23
9.07	21	9.08	26	9.09	23
10.07	23	10.08	24	10.09	24
11.07	24	11.08	24	11.09	25
12.07	22	12.08	26	12.09	24
13.07	23	13.08	26	13.09	24
14.07	22	14.08	26	14.09	23
15.07	22	15.08	26	15.09	24
16.07	24	16.08	22	16.09	24
17.07	25	17.08	21	17.09	23
18.07	22	18.08	22	18.09	24
19.07	22	19.08	25	19.09	23
20.07	22	20.08	24	20.09	24
21.07	24	21.08	24	21.09	23
22.07	25	22.08	25	22.09	23
23.07	23	23.08	25	23.09	24
24.07	24	24.08	25	24.09	25
25.07	25	25.08	24	25.09	24
26.07	25	26.08	23	26.09	24
27.07	25	27.08	24	27.09	22
28.07	23	28.08	24	28.09	21
29.07	25	29.08	25	29.09	21
30.07	23	30.08	26	30.09	21
31.07	25	31.07	25		
Среднее за июль	23,2	Среднее за август	24,5	Среднее за сентябрь	23,5

Приложение М

(справочное)

Содержание вещества и энергии в теле подопытной рыбы на момент начала II опыта

Таблица М.1 - Содержание вещества и энергии в теле подопытной рыбы на
момент начала II опыта, г/гол

Возрас т, лет	Преду- бойная масса	Масса тела с опорож. Ж.К.Т.	Содер- жание сухого ве-ва	Протеин	Жир	Энергия, кДж
1+	149,7±2,1 1	142,0±3,1 5	40,1±0,8 0	22,3±0,5 4	15,9±0,7 7	1164±37, 0

Приложение Н

(справочное)

Суточные нормы кормления карпа на теплых водах, % массы тела

Таблица Н.1 - Суточные нормы кормления карпа на теплых водах, % массы тела (Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. Т.2,-М, 1986)

Массы рыбы, г	Температура, °С	
	22-25	26-30
0,5-1,0	30,0	40,0
1,5-2,5	22,5	30,0
3,0-5,0	15,0	20,0
6-10	11,3	17,0
11-20	8,2	14,0
21-35	7,5	10,0
36-50	7,1	9,5
51-70	6,7	9,0
71-90	6,2	8,5
91-110	5,8	8,0
111-130	5,4	7,5
131-150	5,3	7,0
151-200	4,5	6,5
201-250	4,2	5,6
251-300	3,7	4,9
301-350	3,4	4,4
351-400	3,2	4,0
401-450	2,9	3,4
451-500	2,7	3,1
501-550	2,5	2,8
551-600	2,3	2,5
601-650	2,2	2,3
651-700	2,0	2,1
701-750	1,9	1,9
751-800	1,7	1,7

Монография

**Елена Петровна Мирошникова,
Юлия Владимировна Килякова,
Азамат Ерсанович Аринжанов,
Е.А. Цурихин,
Александр Николаевич Жарков**

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБЫ В САДКОВОМ ХОЗЯЙСТВЕ ИРИКЛИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

ISBN 978-5-7410-1356-4



9 785741 013564