

## АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВОДОЕМОВ СТАВРОПОЛЬСКОГО КРАЯ И ОСОБЕННОСТИ ИХ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Е.Г. МИШВЕЛОВ\*

(Кафедра экологии)

**В работе показано, как антропогенная деятельность, связанная с развитием сельского хозяйства и водохозяйственного комплекса, ведет к образованию свободных экологических ниш для водных экосистем, увеличению численности видов рыб за счет интродукции, ненаправленного проникновения чужеродных объектов и реакклиматизации. На примере водоемов комплексного назначения разработана региональная концепция и эколого-биотехнологическое обоснование устойчивого использования биоресурсов водных экосистем.**

В настоящее время внимание международного сообщества обращено на вопросы эффективности функционирования экосистем в связи с улучшением благосостояния людей и проблемой быстрого роста народонаселения. С 1964 г. реализуется Международная биологическая программа (МБП), целью которой являлось изучение продуктивности экосистем суши, пресных и соленых вод, а также процессов фотосинтеза и фиксации азота.

Теоретическим базисом разработки биотехнологического сопровождения устойчивого биоресурсного природопользования для водных экосистем Ставропольского края (Центральное Предкавказье) послужило одно из положений МБП о сравнительной относительной продуктивности основных экосистем суши и океана [18]. Известно, что относительная продуктивность суши ( $0,35$  млрд т/млн км<sup>2</sup>) и океана ( $0,07$  млрд т/млн км<sup>2</sup>) мал сопоставимы. С другой стороны, относительная продуктивность водных экосистем суши невероятно

высока: озера и реки —  $0,2$ ; болота —  $1,35$ ; эстуарии —  $0,71$  млрд т/млн км<sup>2</sup>, тогда как с.-х. относительная продуктивность составляет всего лишь  $0,29$  млрд т/млн км<sup>2</sup> (для степей —  $0,27$ ). Таким образом, резерв биологической продуктивности водных экосистем, несомненно, высок, но используется в настоящее время крайне неэффективно. Биотехнологическое обоснование, выполненное с учетом отмеченных обстоятельств, позволит обеспечить устойчивое использование биоресурсов региональных водных экосистем.

На территории Центрального Предкавказья сложилась уникальная ситуация с искусственной гидрографической сетью. Антропогенная деятельность второй половины XX в. сопровождалась для Северного Кавказа и, в частности, Центрального Предкавказья значительным зарегулированием и изменением стока рек, созданием мощной искусственной гидрографической среды, изменением трофности и гидрохимического режима водных

\* Ставропольский государственный университет.

объектов. К началу 70-х гг. гидрографическая сеть пополнилась водохозяйственным комплексом, состоящим из магистральных каналов, например Большого Ставропольского и Терско-Кумского. Общая протяженность всех каналов составила 4000 км (для сравнения: длина р. Кумы — 800 км, р. Калаус — 400 км). Объем годовой переброски воды по каналам достиг 2500 млн м<sup>3</sup>, причем до 90% составила вода р. Кубань.

Отсюда следует заключение, что в соответствии с концепцией биоценологических кризисов Жирихина и принципом «разломанного стержня» Макарута вновь сформированные экологические ниши определяют возможность реструктуризации биоценозов водных экосистем. Особым обстоятельством в случае с водными экосистемами Центрального Предкавказья является их приуроченность к основным водоразделам региона, что способствует их превращению в межбассейновые экологические коридоры, по которым могут мигрировать инвазионные виды гидробионтов. В полной мере это относится и к изменению состава рыбного населения. По данным В.И. Козлова [5], состав рыбного населения рек увеличился следующим образом: р. Егорлык — с 12 до 26, р. Калаус — с 9 до 20, р. Кура Ставропольская — с 9 до 10, р. Кума (верхняя) — с 17 до 25, Манычские водоемы — с 17 до 34 видов и подвидов. Наибольшей миграционной активностью отличались серебряный карась, игла-рыба, тюлька, укляя, бычки и др. Подобные миграционные процессы, происходившие на фоне вышеуказанных антропогенных воздействий, привели к смешению рыбного сообщества различных гидрографических районов. В целом по Северному Кавказу коэффициенты сход-

ства ихтиофаун оказались высокими для 7 из 9 гидрографических районов, тогда как до зарегулирования речного стока они были сходными лишь для 3 районов. В этот же период вели интенсивные работы по акклиматизации хозяйственно-ценных видов в регионе, что могло вызвать случайную интродукцию чужеродных видов [2, 12, 13].

Наиболее значимые из 14 искусственно вселенных видов — рыбы амурского комплекса — толстолобика и амурсы, трофически и биотопически они минимально взаимодействуют с другими видами, но в то же время высокоэффективно осваивают первичную продукцию водных экосистем. Сокращение объемов выращивания растительных рыб в условиях современной рыбохозяйственной деятельности ведет к значительному недоиспользованию первичной продуктивности.

Для ряда аборигенных видов многокостных рыб антропогенные изменения привели к снижению численности и сокращению ареалов, что обусловило необходимость включения их (15 таксонов рангом ниже рода) в Красную книгу Ставропольского края [6].

Отмеченное увеличение доли чужеродных видов может быть рассмотрено не как свидетельство возрастания устойчивости экосистем, а как индикатор стадии их потенциального снижения. В соответствии с рекомендациями Е.А. Шварца [20] степень нарушенности биоразнообразия рыбного населения в наших исследованиях может быть оценена не ниже 3 баллов по 5-балльной шкале. Вместе с тем следует учесть, что с позиций исторической биогеографии часть изменений видовой структуры рыбных популяций Предкавказья, вызванных как перестройкой гидрографических сетей, так и акклиматизационными

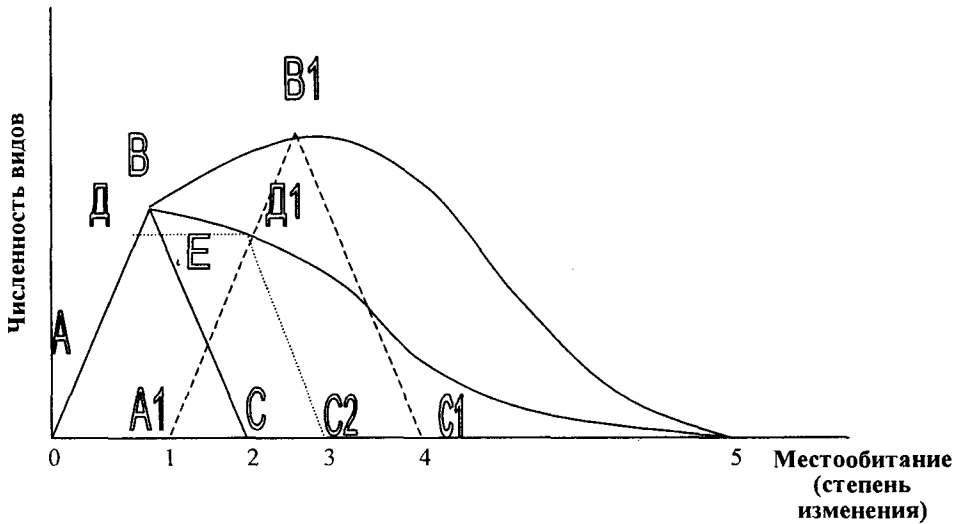
рыбоводными мероприятиями, уместно рассматривать как реакклиматизацию, главным образом для видов Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов.

В основе механизма изменения биоразнообразия Предкавказья заложена трансформация природных местообитаний, сопутствующая гидростроительству и с.-х. эвтрофикации. Это неминуемо приводит к реструктуризации и появлению новых экологических ниш в некогда стабильных экосистемах, а также развитию начальных этапов сукцессии во вновь сформированных биоценозах. В подобных случаях возможна как быстрая эволюция ее членов (в 5–6 раз превышающая скорость эволюции в стабильных экосистемах), так и перестройка организации, идущая в масштабах реального времени [20]. Именно с подобными обстоятельствами сталкивается исследователь при изучении рыбного населения водоемов Центрального Предкавказья, когда за период в 50–60 лет видовая структура ихтиофауны для отдельных водотоков увеличилась не менее чем в 1,5–2 раза при одновременном уменьшении численности ряда редких видов [6], главным образом консументов 2-го и 3-го порядков. При этом процессы эвтрофикации водных экосистем ведут к увеличению численности эврибионтных видов, например, серебряного карася при одновременном уменьшении численности стенобионтных видов — оксифила судака. Данное явление происходит не только на фоне количественного роста местообитаний (создание водохранилищ, прудов, каналов и пр.), но сопровождается их качественными изменениями (нарушение трофности, гидрохимического, гидрологического режимов и пр.). Описанная трансформация видовой структуры рыб-

ного сообщества может быть представлена с помощью графических моделей.

Предлагаемая нами модернизация модели Е.А. Шварца [20] позволяет одновременно учитывать соотношение природного и общего биоразнообразия с динамикой численности редких видов и видов-интродуцентов. Графическая аппроксимация данных удовлетворительно описывает изменение числа разных видов рыб региона (рис. 1). Так, фигура ABC характеризует состояние видовой (трофической) структуры водного биоценоза до момента изменения местообитаний. Фигура A1B1C1 отражает состояние структуры биоценоза в случае одновременного изменения природных местообитаний (отрезок AA1) и появления новых (отрезок CC1). В этом случае фигура DBE характеризует виды, которые могут выпасть из биоценоза, как правило, это консументы высших трофических уровней, например белуга, а D1B1C1C2 — виды-интродуценты, которые в случае перекрывания экологических ниш могут конкурировать с аборигенными видами, например, бычок-песочник и северо-кавказский длинноусый пескарь в р. Куме, либо не конкурировать — как растительноядные рыбы амурского комплекса. В последнем случае возможно значительное увеличение рыбопродуктивности водоемов, ценное с хозяйственной точки зрения, но до известных пределов, как в случае с эвтрофикацией равнинных водохранилищ при заилении, когда возможно уменьшение пространства для нагула рыб и даже заморные явления.

Опыт прудового и водохранилищного рыбоводства в стране свидетельствует о том, что основные вопросы его эффективности тесно связаны с зонально-климатически-



**Рис. 1.** Изменение видовой структуры и численности видов при антропогенной трансформации природных местообитаний:

ABC — численность видов до изменения местообитаний; A1B1C1 — численность видов после изменения местообитаний; S-образные линии — общее биоразнообразие (верхняя) и природное биоразнообразие (нижняя)

ми факторами, которые влияют на направление интенсификации производства рыбы, плановое размещение рыбоводных хозяйств и предприятий.

Северо-Кавказский экономический район занимает площадь 335 тыс. км<sup>2</sup>. На эффективность рыбоводства в этом регионе положительно влияют продолжительность вегетационного периода и интенсивность солнечной радиации, среднегодовое количество осадков. Оптимальные температуры благоприятствуют росту естественной кормовой базы в водоеме, а это способствует успешному проведению нерестовой компании, выращиванию рыбосадовочного материала и успешному внедрению поликультуры с включением высокопродуктивных растительноядных рыб.

Перспектива развития с.-х. рыбоводства в Ставропольском крае во многом связана с освоением водоемов комплексного назначения (ВКН). В рыбохозяйственной прак-

тике региона мало опыта по интенсивному использованию такого типа водоемов. Особенность ВКН заключается в существенном ограничении современных для традиционного прудового рыбоводства систем интенсификации (кормление, внесение удобрений, отлов и т. д.), что способствует приближению ВКН к естественным водоемам.

Важнейшей задачей в ирригационных водоемах является повышение рыбопродуктивности, которая в большинстве случаев ниже потенциальной, что происходит в результате очень многих причин и, прежде всего, малой приспособленности водоемов для целей традиционного рыбоводства (многие водоемы осушаются в летний период в результате разбора воды на полив) и отсутствия эффективных рыбозащитных сооружений. Подобный неблагоприятный гидрологический режим, особенно весной, оказывает отрицательное воздействие на естественный нерест рыб, в

особенности ценных промысловых видов — сазана, карпа, леща. Такое положение благоприятствует развитию сорной и хищной ихтиофауны. Вышеперечисленные факторы затрудняют естественное воспроизводство рыбы, а также зарыбление.

Возможны 2 основных пути увеличения биопродуктивности подобных водоемов. Первый — путь интенсивных биотехнологий при значительном привлечении в экосистему средств, материалов, энергии. В этом случае саморегуляция экосистемы сведена к минимуму. Второй — путь, рассчитанный на максимальное использование внутренних ресурсов водной экосистемы за счет направленного формирования видовой структуры биоценоза при минимальном воздействии на биотоп. Биопродуктивность водной экосистемы в 1-м варианте при использовании высокоинтенсивных технологий во много раз больше, но энергоэкономическая эффективность сопоставима или даже меньше, чем при реализации экологических подходов 2-го варианта. Нет нужды отдавать предпочтение тому или другому варианту, необходим их синтез, только тогда можно обеспечить максимальную эколого-экономическую целесообразность технологии аквакультуры.

Доля производства товарной рыбы в специализированных хозяйствах Ставропольского края за последние 10–15 лет сократилась, зато увеличилась доля выращивания рыбы в фермерских и арендных хозяйствах, при этом объемы производства в последних невысоки — 1000 т. Фермерские и арендные хозяйства по производству рыбы в первую очередь приурочены к использованию существующего прудового фонда, кроме того, в них широко используются другие виды водоемов, не приспособленные или пло-

хо приспособленные к рыбоводству (ВКН). Таких водоемов только в Ставропольском крае насчитывается не менее 40 тыс. га, их традиционно используют для различных хозяйственных целей: орошения с.-х. культур, сбора коллекторных вод, выращивания рыбы и птицы, рекреации и т. п. Известны различные варианты рыбохозяйственного использования таких водоемов [1, 3, 4, 7, 14, 15–17, 19, 21].

Предлагаемая концепция предусматривает разработку региональной схемы устойчивого использования биоресурсов водных экосистем Ставропольского края с учетом социально-экономических, организационно-технологических задач в неразрывной связи с осуществлением адекватных мер в сфере природопользования и охраны окружающей природной среды.

*Первоочередной задачей* в реализации концепции устойчивого использования биоресурсов водных экосистем является учет, бонитировка, мониторинговые исследования природно-климатического и биоресурсного потенциала водного фонда Ставропольского края с последующим сведением информации в единый банк данных и подготовкой рыбохозяйственного кадастра. Данная задача выражается в аналитической систематизации гидрохимических, гидрологических, гидробиологических и др. сведений о естественных и искусственных водоемах Ставропольского края.

*Второй задачей* является учет антропогенного воздействия на водные экосистемы, в т.ч. сведений о водозаборе и водосбросе для промышленных, с.-х. и иных объектах водопользования и водопотребления; информации о соблюдении и особенностях использования водохозяйственных зон, прибрежных полос водоемов и водотоков; характеристик особых форм воздействия на

водные объекты (виды загрязнителей, данные по их вещественно-энергетической трансформации в водных экосистемах и т. д.).

*Третьей* может быть выделена задача по учету и аналитической оценке хозяйственного использования водных экосистем, предполагающая: сбор данных о водоемах и водотоках, пригодных для рыбоводства и рыболовства, других видов деятельности; учет фермеров и арендаторов и других хозяйствующих субъектов, занятых в использовании водоемов и их биоресурсов; правовой и технико-экономический анализ рыбохозяйственной (иной) деятельности на освоенных водоемах и их основные результаты.

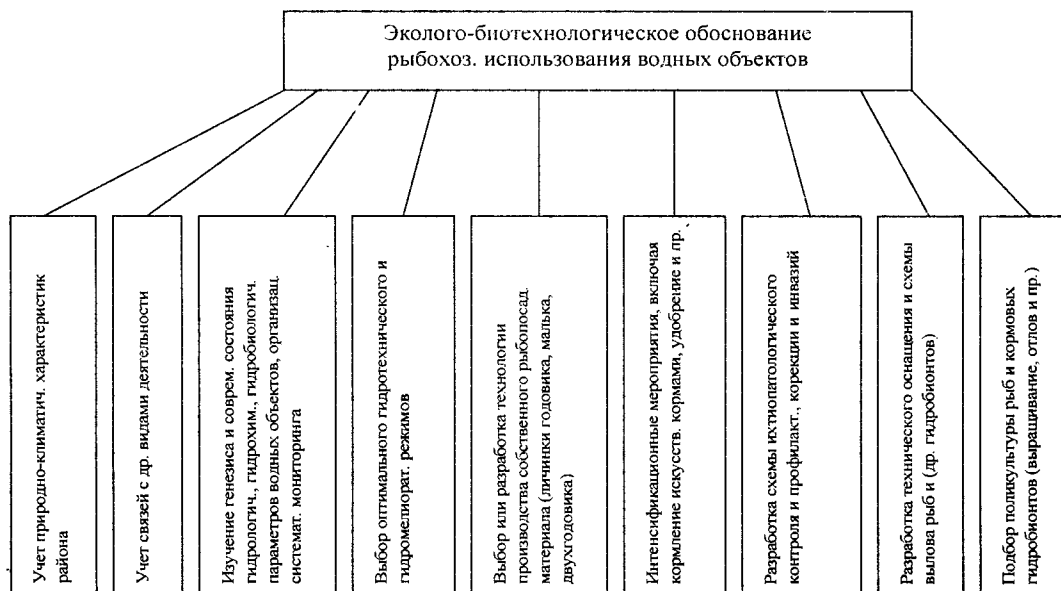
К *четвертой* следует отнести задачу по учету социально-экономических потребностей населения Ставропольского края в освоении природных ресурсов водных экосистем, а также организации образовательной, просветительной и пропагандистской деятельности для природопользователей, направленной

на формирование экологической культуры.

*Пятая* — задача по концептуально-методическому обоснованию рыбохозяйственного использования и подбору (разработке) оптимальных технико-экономических схем биоресурсного природопользования в интегральной соподчиненности с территориальными схемами комплексного использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Эколого-биотехнологические обоснования для модельных водоемов Апанасенковского, Изобильненского, Новоалександровского, Новоселицкого и Курского районов Ставропольского края подготовлены на базе разработанной структурно-логической схемы (рис. 2) с учетом природно-климатических, социально-экономических и эколого-технологических особенностей.

При этом с целью повышения эффективности рыбохозяйственного использования непригодных водоемов рекомендуются следующие



**Рис. 2.** Эколого-биотехнологическое обоснование рыбохозяйственного использования водных объектов

технологические приемы, апробированные и усовершенствованные в условиях Ставропольского края: добыча кормовых гидробионтов на водоподаче и водосбросе; подращивание деловой личинки растительноядных и карповых рыб в садках, устанавливаемых непосредственно в водоеме при использовании кормовых гидробионтов самого водоема; выращивание сеголетков карповых рыб из деловой личинки в «водоемах-спутниках» по ресурсосберегающей технологии или в условиях регулируемого пространства заливов самого водоема; зарыбление водоема с большим количеством сорной и хищной ихтиофауны при предварительном товарном «подращивании» рыбопосадочного материала карповых рыб в условиях приспособленных заливов водоема, уменьшающих поедание хищниками. Для более эффективного использования биоресурсов модельных водоемов при соблюдении экологических ограничений предложены технологические схемы организации дополнительных видов деятельности, в том числе с учетом производства собственного рыбопосадочного материала необходимого качества, выращивания товарной рыбы при расширенной структуре поликультуры, содержания околородных животных (птиц), развития народных промыслов, внедрения рекреационного, туристического сервиса и пр. [8, 9, 10, 11].

### Выводы

1. В условиях Ставропольского края во второй половине XX в. антропогенная деятельность, связанная с развитием сельского хозяйства и водохозяйственного комплекса, привела к образованию свободных экологических ниш для водных экосистем, увеличению численности видов рыб за счет интродукции, направленного проникновения чужеродных объектов и реакклиматизации. Данный процесс сопровождался снижением чис-

ленности и сокращением ареалов для ряда стенобионтных видов ихтиофауны, что стало одной из основных причин их выделения в Красную книгу Ставропольского края (15 таксонов рангом ниже рода).

2. Эффективность рыбохозяйственного использования неприспособленных водоемов возрастает при использовании следующих технологических приемов, усовершенствованных и апробированных в условиях Ставропольского края: добыча кормовых гидробионтов на водоподаче и водосбросе; подращивание деловой личинки растительноядных рыб и карпа в садках, устанавливаемых непосредственно в водоеме при использовании кормовых гидробионтов самого водоема; выращивание сеголетков карповых рыб из деловой личинки в «водоемах-спутниках» по ресурсосберегающей технологии или в условиях регулируемого пространства заливов самого водоема; зарыбление водоема с большим количеством сорной и хищной ихтиофауны при предварительном товарном «подращивании» рыбопосадочного материала карповых рыб в условиях приспособленных заливов водоема, уменьшающих поедание хищниками.

3. Устойчивое использование биоресурсов водоемов достигается при организации дополнительных видов деятельности, в том числе с учетом производства собственного рыбопосадочного материала необходимого качества, выращивания товарной рыбы при расширенной структуре поликультуры, содержания околородных животных (птиц), развития народных промыслов, внедрения рекреационного, туристического сервиса и пр.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Власов В.А., Мустаев С.Б. Разведение пресноводных рыб и раков. М.: ООО Изд. Астрель, ООО Транзиткнига, 2004. — 2. Дгебуадзе Ю.Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов. Экологическая безопасность и инвазий чужеродных организмов // Сб. материалов круглого стола в рамках Всероссийской конференции по экологической безопасности (4–5 июня 2002 г.). М.: МСОП — Всемирный союз охраны природы. Пред-

ставительство для России и СНГ, 2002. С. 11–14. — **3. Иванов А.П.** Рыбоводство в естественных водоемах. М.: Агропромиздат, 1988. — **4. Козлов В.И., Абрамович Л.С.** Справочник рыбоведа. М.: Россельхозиздат, 1980. — **5. Козлов В.И.** Экологическое прогнозирование ихтиофауны пресных вод в связи с сохранением видового биоразнообразия и созданием устойчивых рыбных сообществ. Докт. дисс. в форме научн. докл. / РАН. Ин-т озероведения. С-Пб., 1995. — **6.** Красная книга Ставропольского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и животных. Ставрополь: Полиграфсервис, 2002. Т. 2: Животные — 216 с. — **7. Мартышев Ф.Г.** Прудовое рыбоводство. — М.: Высшая школа, 1973. — **8. Маханько В.И., Мишвелов Е.Г.** Пути реализации предложений Красной книги Ставропольского края по сохранению редких видов рыб // Современное состояние и проблемы охраны редких и исчезающих видов позвоночных животных Южного Федерального округа РФ: Сб. мат. межрегион. научно-практ. конф. (г. Кисловодск, 4–6 февраля 2004 г.). Ставрополь: Северо-Кавказское отделение МОО РАН, Ставропольское отд. СОПР, 2004. С. 34–35. — **9. Мишвелов Е.Г.** Методические подходы к технологии выращивания рыбопосадочного материала в водоемах комплексного назначения // Сельскохозяйственная биология. Серия биология животных, 2003. № 4. С. 121–123. — **10. Мишвелов Е.Г.** Проблемы рыбохозяйственного использования водоемов Ставропольского края // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных в изменившихся условиях системы хозяйствования и экологии: Сб.

науч. трудов. Международная научно-практическая конференция (14–16 января 2005 г.). Ульяновск, 2005. Т. 1. С. 169–173. — **11. Мишвелов Е.Г.** Экологическая оптимизация технологии рыбоводства // Зоотехния, 2003. № 4. С. 23–25. — **12. Москул Г.А., Москул Н.Г.** Современная ихтиофауна водоемов Краснодарского края // Проблемы литодинамики и экосистем Азовского моря и керченского пролива. Тез. докл. междунауч.-практ. конф. (8–9 июня 2004 г.). Ростов-на-Дону: Изд. ООО ЦВВР, 2002. С. 58–60. — **13. Пашков А.Н.** Рыбы-акклиматизанты континентальных водоемов Азово-Черноморского побережья России // Проблемы литодинамики и экосистем Азовского моря и керченского пролива. Тез. докл. междунауч.-практ. конф. (8–9 июня 2004 г.). Ростов-на-Дону: Изд. ООО ЦВВР, 2002. С. 68–70. — **14. Привезенцев Ю.А.** Выращивание рыб в малых водоемах. Рыбоводство для рыболовов-любителей. М.: Колос, 2000. — **15. Сабодаш В.М.** Рыбоводство. М.: Изд. АСТ; Донецк: Сталкер, 2005. — **16. Серветник Г.Е.** Пути освоения сельскохозяйственных водоемов. М., 2004. — **17. Серветник Г.Е., Новожелин Н.П.** Сельскохозяйственное рыбоводство России: состояние, перспективы развития // Вестник Россельхозакадемии, 2002. № 4. С. 28–30. — **18. Смит У.Х.** Лес и атмосфера. М.: Прогресс, 1985. — **19. Суховерхов Ф.М., Сиверцев А.П.** Прудовое рыбоводство. М.: Пищевая промышленность, 1976. — **20. Шварц Е.А.** Эколого-географические проблемы сохранения природного биоразнообразия России. Автореф. докт. дис. М., 2003. — **21. Шерман И.М.** Пути повышения эффективности производства рыбы в малых водохранилищах юга Украины. Автореф. докт. дис. М., 1991.

Статья поступила  
16 сентября 2005 г.

#### SUMMARY

Modern state and peculiarities of fish amount transformations in Stavropol region has been studied. It has been showed how human activity connected with agriculture and water basin complex leading to the formation of free ecological niche for hydroecosystem, the increasing fish species' number in terms of introduction, the in directed penetration of alien objects and reacclimatization. This process is accompanied by falling and reducing the number of areas for kinds of stenobiotic fish fauna's species, that became the main reason of involving them into Red Data Book of Stavropol region. The regional concept and its ecobiotechnic stable usage of the basis of complex water stock.