

**Метод экосистемного анализа для определения экологического состояния  
водных объектов, предназначенных для аквакультуры,  
на примере озера Исетское и озера Шарташ**

The method of ecosystem analysis to determine the ecological status of water bodies  
intended for aquaculture on the example of lakes Isetskoe and Shartash

**Е.Ю. Обухова**, соискатель,

**Г.В. Зуева**, кандидат биологических наук, доцент,

**П.В. Шаравьев**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Уральского государственного аграрного университета

(Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42)

*Рецензент:* О.П. Неверова, кандидат биологических наук, доцент

Уральского государственного аграрного университета

**Аннотация**

Развитие рыбной отрасли в Свердловской области является перспективным направлением. Метод экосистемного анализа для определения экологического состояния водных объектов, предназначенных для аквакультуры, позволит разрешить ряд проблем, представляющих проблему аквакультуры в современный период. Создание устойчивой аквакультуры решает две проблемы: обеспечения населения свежим, полноценным, легкоусвояемым продуктом и сохранения окружающей среды.

**Ключевые слова:** аквакультура, экосистема, фитопланктон, зоопланктон, ихтиоценоз, замор рыбы, экосистемный метод определения экологического состояния водоема.

**Abstract**

The development of the fish industry in the Sverdlovsk region is a promising direction. The method of ecosystem analysis to determine the ecological status of water bodies intended for aquaculture will allow to solve a number of problems representing the problem of aquaculture in the modern period. Creating sustainable aquaculture solves two problems: providing the population with a fresh, full-fledged, easily digestible product and preserving the environment.

**Keywords:** aquaculture, ecosystem, phytoplankton, zooplankton, ichthyocenosis, fish blockage, ecosystem method for determining the ecological status of a water body.

Развитие рыбной отрасли в Свердловской области является перспективным направлением. В области имеется хороший потенциал для разведения рыбы – более 2500

озер с общей площадью зеркала 1100 км<sup>2</sup>, из них 134 крупных водохранилища объемом 2445 млн куб.м.; более 120 прудов объемом от 50 до 700 тысяч куб.м.

Оценка благополучия водной экосистемы должна быть определена по экологическому состоянию водной экосистемы, по её способности к оптимальному функционированию за счет трофических отношений, составляющих ее гидробионтов. Экологобиологический метод анализа состояния водной экосистемы предопределяет следующие задачи: выявить всех компонентов водной экосистемы (продуцентов, консументов I,II,III порядков, редуцентов и трофические связи между представителями водного биоценоза) [2].

Озеро Исётское – главная достопримечательность города Среднеуральск. Исетское озеро является прудом-охладителем для Среднеуральской ГРЭС. Температурный режим озера не постоянен, в летние периоды повышение температуры провоцирует обильное размножение водной растительности, особенно синезеленых водорослей. Для утилизации растительной массы, затрудняющей фильтрацию воды, завезли травоядный вид рыбы белый амур, который использует как высшие, как и низшие растения, в том числе и синезеленые водоросли.

Видовой водорослевый ценоз в течение наблюдаемого вегетационного периода варьировал. В мае месяце преобладали диатомовые, из них в основном холодноводные виды *Melosira* и *Diatoma elongatum*, в июне появились умеренно-тепловодные *Asterionella formosa* и *Tabellaria fenestrata*. Июньский пик фитопланктона был представлен зелеными и синезелеными, последние преобладали [11, 13]. В условиях озера Исетское во все наблюдаемые месяцы сезонные закономерности развития фитопланктона, характерные для естественных водоемов, нами не выявлены.

Спуск теплых вод ГРЭС изменяет и поддерживает температурные условия, способствующие массовому размножению некоторых тепловодных видов диатомовых (*Melosira granulata*), зеленых (*Chrorella*, *Scenedesmus*) и особенно синезеленых. Известно, что оптимальные условия среды для синезеленых – бескислородность. Для поддержания оптимума среды синезеленые выделяют аскорбиновую кислоту, как сильнейшего окислителя. Рыбы не используют в пищу синезеленых, кроме белого толстолобика, но водоросли засоряют их жабры, снижая поступление кислорода в организм, вызывая асфиксию [8, 9].

В естественных условиях водной экосистемы рыбная продуктивность зависит в основном от зоопланктона. Анализ видового состава фито- и зоопланктона показал, что основные гидробионты экосистемы озера Исетское, являясь кормом для рыб, на разных стадиях развития могут обеспечить оптимальную рыбопродуктивность водоема.

Таблица 1

**Химический анализ воды озера Исетское**

Показатель	Предельно-допустимая концентрация (ПДК)	Рыбохозяйственные нормативы	Вода из озера Исеть
Хлориды (мг/л)	250	300	1-10
Железо (мг/л)	не более 0,3	0,1	0,1
Окисляемость (мг О <sub>2</sub> /л)	5	3	8
Нитриты(мг/л)	0,5	0,08	0,001
Аммиак (мг/л)	0,2	0,04	0,2
Активная реакция (рН)	6,0-9,0	7,0	5,0

Химический анализ воды озера (табл.1) показал повышение окисляемости до 8 мг О<sub>2</sub>/л, 2,5 раза концентрацию аммиака в сравнении с рыбохозяйственными нормативами. Эти факторы обусловлены обилием массы фитопланктона (в основном, синезеленые), разложение которого аэробными бактериями ведет к снижению концентрации кислорода в водоеме. Повышенная концентрация аммиака обусловлена разложением белков растительных организмов. Выше было достаточно подробно изложено значение синезеленых водорослей для санитарно-гигиенического и экологического состояния воды и гидробионтов, в частности, для рыб. Вероятно, болезнь и заморы белого толстолобика в оз.Исетское обязаны синезеленым водорослям.

Озеро Шарташ расположено в черте города Екатеринбурга, площадь водоема 700 га, изменяется в зависимости от водности года. Питание озера – за счет атмосферных осадков и в меньшей степени родниковое. Дно частично заилено, глубина не превышает 5-6 метров. В маловодные годы происходит понижение уровня, что обуславливает замор рыбы. В настоящее время ихтиофауна оз.Шарташ представлена сорными малоценными хищными видами рыб: верховка, лещ, плотва, окунь [3, 5, 12].

Увеличение численности верховки в озере, одного из основных носителей паразита лигулеза, привело к заболеванию вселенцев – леща, карпа, рипуса. Заболевание лигулезом обусловило снижение рыбопродуктивности озера до 5 кг/га.

Присутствующие в экосистеме оз.Шарташ хищные рыбы не используют полностью органическое вещество, накопленное фито- и зоопланктоном. Разложение органики происходит в подлёдном состоянии водоема как аэробными, так и анаэробными бактериями, которые могли бы быть пищей для зимующих водных организмов. В зимних бескислородных условиях водоема происходит «замор» не только рыб, но и гидробионтов.

Для получения полного представления об экологическом состоянии водоёма и круговороте органических и минеральных веществ в нём необходимо учитывать жизнедеятельность высших растений. Они являются мощным фактором самоочищения водоёма. Показано, что продукция рыбного сообщества составляет 0,32-0,36% валовой продукции растительной органики. Основную массу её составляет фитопланктон и макрофиты [6,19].

- Тростник (*Phragmites communis*)
- Рогоз узколистный (*Typha angustilolia*)
- Сусак зонтичный (*Butomus umbelatus*)
- Камыш озёрный (*Scirpus lacustris*)
- Частуха подорожниковая (*Alisma plantago – aquaticus*)
- Рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus*)

Водные макрофиты накапливают много хлора. Химический состав воды в южной части озера (п. Шарташ) представлен 100 хлора, в прибрежных водах озера с водными и водновоздушными макрофитами количество хлора снижено на несколько порядков. Используя селективность макрофитов к различным химическим элементам, можно регулировать химический состав оз.Шарташ (табл.2).

Таблица 2

**Химический анализ воды озера Шарташ**

Показатель	Предельно-допустимая концентрация (ПДК)	Рыбохозяйственные нормативы	Вода из озера Шарташ
Хлориды (мг/л)	250	300	20-100
Железо (мг/л)	не более 0,3	0,1	0,1
Окисляемость (мг O <sub>2</sub> /л)	5	3	13-15
Нитриты(мг/л)	0,5	0,001	0,08
Аммиак (мг/л)	0,2	0,04	0,5
Активная реакция (рН)	6,0-9,0	7,0	6,0

В оз.Шарташ отсутствуют потребители крупных моллюсков, при этом пищевая цепь в продукционном процессе заканчивается трофическим тупиком. Однако объем белковой массы моллюсков в сотни раз превышает таковую хирономид, составляющих бентосный ценоз. Моллюски служат пищей для черного амура. Анализ полученного материала по состоянию экосистемы оз.Шарташ (трофическая сеть оз.Шарташ) позволяет обосновать

вать причину низкой рыбопродуктивности водоема (5 кг/га). Главной причиной является несбалансированность ихтиоценоза по характеру питания входящих в него видов рыб (плотва, лещ, окунь, верховка), что приводит к недоиспользованию многих видов кормов: фитопланктон, макрофиты, моллюски. Метод экосистемного анализа экологического состояния водоема оз.Шарташ позволяет провести корректировку ихтиоценоза. Наиболее целесообразно использовать в первую очередь введение хищника – щуки, которая снизит численность малоценных непродуктивных видов рыб (плотва, лещ, верховка, окунь), населяющих водоем. Второй этап должен включать формирование поликультуры ихтиоценоза: внесение фитофагов (каarp), моллюскофагов (черный амур), бентософагов (малоротый буффало) и др. [10].

Метод экосистемного анализа для определения экологического состояния водных объектов, предназначенных для аквакультуры, позволил провести исследования озёр Исетское и Шарташ. В результате проведенных исследований удалось выявить, что кормовая база исследованных озёр достаточна для получения высокой степени рыбопродуктивности [15]. При проведенной коррекции структуры экосистемы можно получить рыбопродуктивность в 20 раз выше существующей (до 100 кг/га).

#### **Библиографический список**

1. *Андреяшкин Ю.Г., Добринская Л.А., Лосев Б.Е.* Рыбы и рыбалка // Свердловск. С-Уральское издательство. 1998. С. 192.
2. *Андреяшкин Ю.Г., Костылев В.А.* Роль тепловодных хозяйств в сохранении редких и исчезающих видов осетровых // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Екатеринбург, 2003. С. 197-199.
3. *Богданов В.Д., Госькова О.А., Гаврилов А.Л., Копориков А.Р.* Современная характеристика состояния ихтиофауны оз.Шарташ // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Екатеринбург, 2003. С. 159-162.
4. *Бульон В.В.* Влияние первичной продукции планктона на рыбопродуктивность естественных водоемов // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Екатеринбург, 2003. С. 67-70.
5. *Дексбах Н.Е., Щупаков И.Г.* Ремнецы рыб в водоемах Среднего Урала и Зауралья // Зоол. ж., 1951. Т. XXX, вып. 3. С. 544-548.
6. *Костылев В.А., Костылева Е.В., Букреев Б.П.* Новый этап в освоении растительноядных рыб // Современное состояние рыбохозяйства на Урале и перспективы его развития. Екатеринбург, 2003. С. 33-35.

7. *Кочин Г.А., Костылев В.А.* Организация племенного дела в рыбоводстве Свердловской области // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Екатеринбург, 2003. С. 124-125.
8. *Лугаськов А.В., Степанов Л.Н.* Рыбохозяйственные ресурсы водоемов севера Свердловской области // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Екатеринбург, 2003. С. 167-170.
9. *Малоземов Ю.А., Малоземова Л.А.* Краткий определитель беспозвоночных животных Среднего Урала / Екатеринбург, 1996. 281 с.
10. *Мамонтов Ю.П.* Рыбоводство и рыболовство. 2002. №1. С. 19-21.
11. *Попова О.А.* Роль хищных рыб в экосистемах // Изменчивость пресноводных рыб, М.:Наука, 1979. С. 13-17.
12. *Силивров С.П.* Материалы по питанию щуки в разнотипных водоемах Урала // Современное состояние рыбоводства на Урале и перспективы его развития. Екатеринбург, 2003. С. 110.
13. Унифицированные методы исследования качества воды, ч.3. Методы биологического анализа вод / СЭВ М.:1975. С. 89-98.
14. Рыбоводство. Практическое руководство по определению рыб. Учебное пособие для ВУЗов. 2009. 68 с.
15. *Donnik I.M., Voronin B.A., Loretts O.G.* PRODUCTION OF ORGANIC AGRICULTURAL PRODUCTS IS AN IMPORTANT AREA OF "GREEN" ECONOMY // Indian Journal of Science and Technology. 2016. Т. 9. № 14. С. 91512.