

б) Кучево-дождевые (Cumulonimbus, Cb) – имеют вид мощных облачных масс, образующихся в результате особенно сильного развития кучевых облаков, поднимающихся в виде гор или башен высотой в несколько километров. Верхние части нередко расплываются в виде так называемой наковальни, находящейся в верхнем ярусе, имеющей волокнистую структуру, подобную перистым облакам. Дают ливневые осадки (дождь, снег, крупу, град) и часто сопровождаются грозами.

Для определения количества атмосферных осадков необходим осадкомер. Сделать его очень просто. Нужно подобрать емкость (например, банку), лучше такой формы, чтобы диаметр дна соответствовал диаметру горлышка. Данную емкость помещаем на улице таким образом, чтобы осадки (дождь, снег) могли свободно в нее попадать. Желательно установить наш «осадкомер» не на уровне земли, а на высоте 1,0–1,5 м. Предположим, что между нашими сроками наблюдения прошел (или еще идет) дождь. В банке находится какое-то количество жидкости. Далее наша задача состоит в том, чтобы узнать, сколько миллиметров осадков выпало на 1 мм<sup>2</sup> площади. Для этого по формуле

$$S_{\text{основания}} = \pi R^2 = \pi D^2 / 4 \text{ (мм}^2\text{)},$$

где  $S_{\text{основания}}$  – искомая площадь основания нашего сосуда,  $R$  – радиус (мм),  $D$  – диаметр (мм), определяем площадь, на которой собраны осадки. Далее в мерный стаканчик переливаем жидкость из банки. По нанесенной на стаканчике шкале определяем объем выпавших осадков

## ЛИТЕРАТУРА

**Наставление** гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 9, ч. III. Л.: Гидрометеоролог. изд-во, 1971. 150 с.

в мл или мм<sup>3</sup> (в зависимости от шкалы). Полученный объем делим на площадь основания и получаем искомое количество осадков:

$$H \text{ (мм)} = W \text{ (мм}^3\text{)} / S \text{ (мм}^2\text{)} = 1000 W \text{ (мл)} / S \text{ (мм}^2\text{)},$$

где  $H$  – количество осадков,  $W$  – объем выпавших осадков,  $S$  – площадь основания емкости.

После измерений сосуд возвращаем на прежнее место. Если наблюдается выпадение снега, то банку заносим в теплое помещение и после того, как снег растает, производим измерения. Следует обратить внимание на то, что в летнее время осадки от росы не измеряются. К полученным результатам добавляют так называемую «поправку на смачивание», поскольку часть жидкости остается на стенках сосуда. Если осадки жидкие (дождь, ливневый дождь, морось), то прибавляют 0,2 мм, если твердые (снег, ливневый снег, снежная крупка, град и т. д.) – 0,1 мм.

Вид осадков определяется визуально. По интенсивности выпадения выделяют обложные, ливневые и морозящие осадки. По способу образования: осадки, выпадающие из облаков (дождь, снег, град), и осадки конденсации и сублимации (роса, иней, изморозь). По агрегатному состоянию: твердые и жидкие. Кроме осадков возможно определить такие явления, как туман, гроза, отдаленная гроза, солнечное сияние, полярное сияние.

Метеорологические наблюдения могут проводиться как за всеми перечисленными параметрами, так и за какими-то отдельными характеристиками при выполнении работ по другим исследовательским направлениям.

**Тараторкин Б. С.** Приборы для яхт и катеров: Справочник. Л.: «Судостроение», 1984. 192 с.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФОРЕЛЕВОДСТВА И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Ю. А. Смирнов

Отдел охраны окружающей среды ОАО «ТГК-1» филиала «Карельский»

К началу 2008 г. число форелевых садковых хозяйств (ФСХ) в Карелии превысило сорок. ФСХ расположены преимущественно в южной половине республики. Это связано как с природно-климатическими условиями, так и с развитием транспортной сети. Одно ФСХ находится в Белом море в районе Поньгомы.

В статье речь идет о выращивании не местной европейской ручьевой форели вида *Salmo trutta* L. и ее полупроходной либо проходной формы (озерно-речной или морской) – кумжи,

а о завезенной в Европу в конце XIX века из Калифорнии (США) «радужной форели» *Salmo gairdneri* Richardson. Таковая представляет собой окултуренную форму *микижи*, сходную с обитающей на Камчатке *Parasalmo mykiss*, или *P. (Salmo) penshinensis* – пенжинская семга, или же *Oncorhynchus mykiss* – согласно версии таксономистов США. Рыбоводная технология культивирования этого вида имеет как американскую, так и европейскую (уже более чем вековую) технологию, с учетом «местного коло-

рита» – определенных природно-климатических условий.

Когда говорят об экологических проблемах форелеводства, то обычно имеют в виду опасность загрязнения водоемов и водотоков в результате метаболических выделений от массы выращиваемой рыбы. Действительно, на начальных этапах развития отрасли как за рубежом, так и у нас в России такие проблемы возникали. Нередко желаемые и согласованные (без надежного прогноза строго рассчитанных последствий) масштабы производства, определяемые исключительно соображениями прибыли, были намного выше способности водных экосистем к самоподдержанию. Это приводило к конфликтам с местным населением из-за снижения качества питьевой воды, что, конечно же, абсолютно недопустимо.

По мере развития экологического законодательства за рубежом примерно к началу – середине 1980-х годов такие инциденты стали практически невозможными. Дело в том, что в результате гидробиологических исследований для водных объектов разных типов были установлены предельно допустимые нагрузки в виде метаболитов, включая собственно биогенные вещества (соединения азота и фосфора) во взвесах органики – через допустимую мощность ФСХ в привязке к конкретному водному объекту.

Российское форелеводство полностью учитывает зарубежный опыт. При проектировании форелевых садковых хозяйств определяется предельная мощность (в тоннах в год) для каждого хозяйства – в зависимости от гидрологических особенностей водного объекта с учетом геохимического фона и биогенной нагрузки от других источников.

До 2005 г. проекты ФСХ проходили строгую государственную экологическую экспертизу, контролируемую федеральным Росприроднадзором. Согласно действовавшим правилам, с началом работы ФСХ ежеквартально у каждого садкового модуля (группы модулей) и в контрольных створах (в 500 м от него) отбирались пробы на содержание биогенов и взвесей/органики. Обычно этот контроль осуществляет «Центр лабораторного анализа и технических измерений по Республике Карелия» (ЦЛАТИ по РК Ростехнадзора РФ). Если бы хозяин ФСХ попробовал превысить установленную ему предельную мощность хозяйства, то это ему вряд ли удалось скрыть. Таким образом, экологическая безопасность для других водопользователей по объекту обеспечивалась.

С принятием Градостроительного кодекса РФ (№ 190-ФЗ от 29.12.2004) стало невозможным понять – кто же нынче должен обеспечивать экологический контроль на стадии проек-

тирования (поскольку Закон об экологической экспертизе № 174-ФЗ от 23.11.1995 г. пока не отменен)? До 2005 г. государственную экологическую экспертизу проектов рыбоводных хозяйств обеспечивал Росприроднадзор. У Ростехнадзора иные функции. Россельхознадзору, видимо, в порядке «административной реформы с целью дальнейшего совершенствования системы», была на два года передана инспекция рыбоохраны. Но теперь опять всё реорганизуется в связи с воссозданием федерального Комитета по рыболовству (Указ Президента РФ от 24.09.2007 № 1274). Старая инспекция рыбоохраны упразднена, что будет дальше – не ясно. Минсельхозу Карелии в название добавлено «и экологии», но до экологической экспертизы пока дело не доходило. С 2005 г. ФСХ создаются без прохождения экологической экспертизы.

Ясность в этом вопросе тем более необходима, что к рубежу 2010 г. планируется выход ФСХ Карелии на уровень 10 тыс. т товарной форели в год. Нетрудно понять, что достичь этого можно скорее путем наращивания мощностей уже существующих ФСХ, нежели созданием новых, полноценная отдача от которых отдалена на два-три года с момента начала производства (в зависимости от возраста закупленного посадочного материала).

По ранее действовавшему порядку в случае решения о возможном наращивании мощности существующего хозяйства каждое избравшее этот путь ФСХ обязано заказать разработку документа ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду) и представить его на государственную экологическую экспертизу.

Выделяемые с метаболитами биогены работают в водных экосистемах на повышение уровня биологической продуктивности – от первичных продуцентов (фито-, бактериопланктона, макрофитов) до конечных звеньев (рыбы и рыбоядных консументов). Определяемая в рыбоводно-биологическом обосновании (РБО) допустимая нагрузка на конкретный водоем (предельная мощность ФСХ) гарантирует сохранение в неизменности продукционного класса экосистемы. Например, в случае олиготрофного водного объекта содержание лимитирующего фактора – фосфора в расчете на элемент после разбавления/перемешивания в контрольном створе (500 м от границы ФСХ) не должно превышать 0,05 мг/л. Естественно, после трансформации биогена экосистемой концентрация его уменьшается, а конечный продукт трансформации («дикая» рыба) будет извлечен местным населением и пришлым отдыхающим человеком.

Еще раз обратим внимание на то, что побочным результатом трансформации биогенов

оказывается в конечном итоге «дикая» рыба за пределами ФСХ, дополнительно продуцируемая экосистемой водного объекта (водоёма, водотока, водохранилища, водной системы в целом – например, озерно-речной в случае Фенноскандии).

Прогресс в части улучшения форелевых кормов выражается, в частности, в значительном снижении выделения биогенов на единицу продукции. Так, корма последних разработок дают выделение на 1 тонну продукции 5,25 кг Р и 48,8 кг N. При общей продукции форелеводства в Карелии в 2006 г. до 7000 т в водные экосистемы выделилось около 37 т фосфора (брутто) и 335 т азота (в пересчете на элемент). Однако в водорастворимой форме, доступной для фотосинтезирующих продуцентов, может быть не более 1/3 фосфора, или порядка 12 т. Остальная масса фосфора в нерастворимой форме (кальциево-фосфорные и феррофосфорные соединения) депонируется в донных отложениях (Смедс, 2006; Хартикайнен, 2006).

В годы отработки технологии товарного озерного рыбоводства для повышения рыбопродуктивности водоемов их удобряли фосфорными и азотными минеральными удобрениями, применяемыми в сельском хозяйстве. Однако это строго рассчитанное внесение удобрений в водоемы, выделенные в качестве специальных угодий под рыбоводное (не хозяйственное) использование, было экологически и санитарно-гигиенически безопасным по сравнению со стихийным смывом удобрений с сельхозугодий. Такой смыв приводил в те годы к деградации не только озер (избыточное «цветение»), но и водотоков (зарастание их макрофитами) с потерей качества питьевых источников. Явление это наблюдалось во многих регионах СССР, включая Карелию (показатель – оз. Сямозеро в 1970-е годы). К примеру, в ту пору в Псковской области более тридцати водных объектов, включая три реки, утратили питьевое качество воды.

По оценкам оптимистов, потери удобрений от смыва составляли порядка 70%; пессимисты же оценивали их в 90% (в основном, это легкорастворимые азотные и калийные; правда, калий в водных экосистемах не лимитент). Хотя и фосфорные смывало – есть наблюдения Института водных проблем Севера КарНЦ РАН, относящиеся к периоду активных работ по освоению Корзинской низины (совхоз «Эссойльский»). В те годы Сямозеро «цвело» густой зеленью. В зоне нерестилищ сига и ряпушки слой отмерших за подледный период организмов планктона, по прямым измерениям с помощью устанавливавшейся на дне озера аппаратуры (седиментометров), составлял от 9 до 12 мм. Это

и приводило к гибели икры ряпушки и сига, прежде доминировавших в ихтиоценозе (порядка 30% от общего улова), – икра погибала от удушья/отравления под слоем гниющей органики.

Нижнее течение р. Сяпси [ниже Царь (Саари-) порога, куда поступал сток с сельхозугодий «Корза»] и приустьевая зона реки при впадении ее в оз. Вагат в ту пору представляли собой сплошные заросли макрофитов. Через них и моторной лодке было нелегко пройти (намотки на винт, что абсолютно не характерно для лососевых рек в нормальном их состоянии). Такое изменение ситуации в нижнем течении р. Сяпси послужило причиной повышенного отхода мальков лосося и сига, скатывающихся на нагул в Онежское озеро. Дело в том, что в период ската этих мальков необычайно интенсивно выедает щука, а также крупный окунь. Щука является типичным засадчиком, схватывающим жертву на границе раздела линии макрофитов и «чистой» воды.

Сегодня при резком скачке цен на удобрения использование их для рыбоводных целей вряд ли возможно. При стоимости (по состоянию на 2007 г.), например, азофоски на условии франко-вагон станции отправления, т. е. без доставки, более 6000 руб. за тонну и при содержании в азофоске действующего начала по 16% стоимость удобрения в пересчете на элемент (N, P) составляет 12,5–12,8 тыс. руб. Таким образом, стоимость сегодняшних (бесплатных) метаболитических отходов ФСХ соответствует более  $12,7 \cdot 12 + 12,7 \cdot 335 \geq 4400$  тыс. руб., или  $\geq 700$  т азофоски при уровне производства товарной форели в Карелии порядка 7000 т в год.

Водным кодексом РФ (№ 74-ФЗ от 03.06.2006, введенным с 01.01.2007 согласно № 73-ФЗ от 03.06.2006) устанавливается право частной собственности граждан на обособленные водные объекты, т. е. на небольшие по площади и непроточные искусственные водоемы, не имеющие гидравлической связи с другими поверхностными водными объектами. На них владелец вправе применять сельхозудобрения по своему усмотрению. Ожидаемые подзаконные акты, которые должны последовать в связи с принятием нового Водного кодекса, надеемся, внесут ясность в отношении возможности применения удобрений на рыбохозяйственных водоемах муниципальной и федеральной собственности.

Рассмотрим вклад давно существующих ФСХ, расположенных в нижней части бассейна р. Суны. На 2008 г. их три (табл. 1).

Разрешенная годовая мощность трех форелевых хозяйств в бассейне Нижней Суны составляет 1450 т, включая 250 т в бассейне старого русла (Сундозеро ⇒ водо-

пад Кивач ⇒ устье) и 1200 т по трассе Гирвас ⇒ Пальезеро ⇒ Тивдийка ⇒ Сандал ⇒ Кондопожская ГЭС. При биогенной нагрузке от такой проектной мощности ФСХ регулярными контрольными анализами, выполняемыми ЦЛАТИ по РК, не зафиксированы признаки эвтрофирования озер Пальезеро, Сандал и Сундозеро.

Итого, суммарное годовое выделение фосфора в растворимых формах от всех ФСХ в бассейне Нижней Суны составляет 2,4 т, или около 8% к фоновому запасу Р (табл. 2).

Таблица 1  
РАЗМЕЩЕНИЕ И РАЗРЕШЕННАЯ МОЩНОСТЬ ФСХ В НИЖНЕЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА р. СУНЫ

№ п/п	Водный объект	Хозяйство, участок	Разрешенная мощность, т/год
В подбассейне «Новая Суна»			
1	р. Суна, верхний бьеф ГЭС 2 «Пальезерская»	Участок № 2 ФСХ ЧП Г. Д. Гутыро	100
2	оз. Пальезеро (у д. Святнаволоку)	Участок ОАО «Кондопога»	600
3	р. Тивдийка (в оз. Сандал)	Участок ОАО «Кондопога»	50
4	р. Тивдийка (в оз. Сандал – из прудов)	Участок ОАО «Кондопога»	300
5	оз. Сандал	Участок ОАО «Кондопога»	150
Итого по подбассейну «Новая Суна»			1200
В подбассейне «Старая Суна»			
6	оз. Сундозеро (у д. Райгуба)	ФСХ ООО «Кивач»	250
Итого по бассейну р. Суны			1450

При известной величине акватории можно достаточно точно оценить результат добавки фосфора (антропогенного или природного) к естественному фону, исходя из прироста удельной продуктивности (кг/га).

Поскольку масса биологической продукции определяется, прежде всего, площадью продуцирующих угодий, логично пересчитать фоновые концентрации фосфора в показатель удельной обеспеченности (г/м<sup>2</sup>/год), как это сделано Е. В. Лепской и А. В. Масловым (1998). В этом случае продукционные волны проявляются более четко. Такой пересчет сделан и для Нижней Суны (табл. 3, графа 4). Изменения в удельной обеспеченности экосистемы фосфором отражают взаимодействие процессов в водосборной площади и в самой водной экосистеме, что в конечном счете проявляется в динамике рыбопродуктивности.

По оценке института СевНИИРХ, рыбопродуктивность озер с естественным режимом средневзвешенно равна 10,8 кг/га, а озерводохранилищ – 7,3 кг/га, или на 1/3 ниже. Однако следует заметить, что такая оценка справедлива не для всех случаев.

Так, превращение Выгозера в водохранилище стратегически необходимого Беломорско-Балтийского водного пути с жестко стабилизированным уровнем режимом (для обеспечения навигационных глубин) привело к существенному увеличению рыбопродуктивности. Это произошло благодаря вовлечению в продукционный процесс органики после затопления болот и резкому улучшению условий воспроизводства для весенне-нерестующих фитофилов.

Таблица 2  
ОЦЕНКА ВКЛАДА ФСХ В НИЖНЕЙ ЧАСТИ БАСЕЙНА р. СУНЫ В БАЛАНС ПО ФОСФОРУ

Водоем	Объем озерной котловины, км <sup>3</sup>	Фон по Р, мкг/л	Фоновый запас Р <sub>фон зап.</sub> , т	Вклад Р <sub>раств.</sub> по мощности ФСХ, т/год	Вклад ФСХ Р <sub>раств.</sub> к Р <sub>фон зап.</sub> , %	Δ <sub>макс</sub> к фону по Р, мкг/л
Сундозеро	0,49*	7*	3,43	0,4	~12	≤1
Пальезеро	1,6*	10*	16	1,2	~8	≤1
Сандал	1,52*	8*	12	0,8	~7	≤1
Итого	3,61	–	31,43	2,4	~8**	≤1

Примечание. \* – по материалам ИВПС КарНЦ; \*\* – для разрешенной мощности всех ФСХ в целом.

Таблица 3  
ИТОГОВАЯ ОЦЕНКА ВКЛАДА ФСХ В НИЖНЕЙ СУНЕ В БАЛАНС ПО ФОСФОРУ

Водоем	Площадь озера, га	Фон по Р, мкг/л	Удельная обеспеченность Р, г/м <sup>2</sup> /год	Рыбопродуктивность, кг/га/год	Вклад ФСХ Р <sub>раств.</sub> к Р <sub>фон зап.</sub> , %
Сундозеро	4898	7	0,07	≤10*	12
Пальезеро	10 020	10	0,02	Нет данных*	8
Сандал	15 240	8	0,01	≥5*	7
Итого	30 158	–	–	7,3**	~ 8***

Примечание. \* – по справочнику «Озера Карелии» (Петрозаводск: Гос. изд-во КАССР, 1959); \*\* – по оценке института СевНИИРХ рыбопродуктивность озер-водохранилищ – 7,3 кг/га; \*\*\* – для разрешенной мощности всех ФСХ в целом в % к фону.

Водлозеро после превращения его в сезонное лесосплавное водохранилище удвоило рыбопродуктивность благодаря вымыванию биогенов из лесной подстилки в период обширного весеннего затопления лесов в северной части озера и благодаря поступлению биогенов вследствие переработки берегов. Но для обеспечения интересов рыбного хозяйства с целью охраны нереста и мальков пришлось выработать правила эксплуатации Водлозерского водохранилища с жестко определенным уровнем режимом сработки/заполнения.

В нижней части бассейна р. Суны при фонде озерных угодий в 30 158 га (табл. 3) и принятой рыбопродуктивности в 7,3 кг/га/год ежегодный вылов собственно озерной рыбы в системе Нижней Суны должен быть около 200 т. В рассматриваемом случае удельная обеспеченность фосфором экосистем трех озер Нижней Суны возрастает за счет ФСХ в пределах 10% к фоновой. Поэтому можно говорить, что размещение ФСХ на водохранилищах каскада работает на компенсацию снижения рыбопродуктивности.

Несложно перевести вклад ФСХ в Нижней Суне в виде  $2,4 \text{ т } P_{\text{раств.}}$  в год в улучшение базы рыболовства и через стоимость минеральных удобрений. При стоимости азофоски более 6000 руб. за тонну и при содержании в азофоске действующего начала (N, P) по 16% стоимость удобрения в пересчете на элемент (P) составляет 37,5 тыс. руб. Таким образом, стоимость сегодняшних (бесплатных) растворимых метаболических отходов фосфора от ФСХ в Нижней Суне соответствует более  $37,5 \cdot 2,4 \geq 90$  тыс. руб. в год.

Как показал опыт рыбоводства в условиях Финноскандии, весьма эффективным способом использования биогенов в эвтрофируемых озерах (через продукцию фито-, бактерио-, зоопланктона) является выращивание в них мальков сиговых рыб. Их, как посадочный материал, затем следует расселять по другим озерам. Это нужно для облагораживания видового состава рыб и улучшения, таким образом, условий рыболовства, включая любительское. А последнее, будучи лицензионным, имеет фискальный смысл в части укрепления доходной части местных бюджетов. К сожалению, Карелия пока не располагает требуемыми рыбоводными мощностями (и не стремится к этому, хотя давно есть готовый технический проект, экономически перспективный, – проект Сопохской рыбоводной базы для выращивания сеголетков сиговых; «гниет» в архиве сорок лет – с 1967 г.).

Обсуждая экологические проблемы форелеводства, нельзя не указать, что есть другая сторона дела, о которой владельцы ФСХ и проектировщики хозяйств не подозревали. Несмотря на то что по природно-климатическим условиям именно Карелия действительно является лучшим

в России местом для крупномасштабного выращивания радужной форели, в наших озерах и реках на стыке осени и зимы с неустановленной периодичностью повторяются ледовые явления, называемые шугообразованием. В 1970-е годы Карельский Центр ГМС проводил исследования этого явления, но они были крайне ограниченными из-за исключительной сложности и опасности прямых наблюдений. Тогда полагали, что повторяемость экстремального шугообразования составляет примерно один раз в пять лет.

По мере увеличения числа ФСХ в Карелии и наращивания их мощности хозяйства стали нести потери от неведомого ранее бедствия: в период, предшествующий образованию устойчивого ледового покрова, случается подводное шугование/обледенение садков. Явление возникает при сочетании мороза в 10–15 °С и сильного (штормового) ветра. В таких условиях поверхностный лед образоваться не может. Температура водо-воздушной смеси опускается ниже нуля. В толще воды происходит взрывчатое образование внутриводного игольчатого льда. Этот лед (особенно в сочетании с обильным снегом) налипает на находящиеся в воде предметы, включая дель садков. В результате нарушается водообмен садков с внешней средой. Рыба в садках погибает от удушья не просто вследствие снижения содержания растворенного в воде кислорода, но и потому, что ее жабры (фильтры) оказываются забитыми игольчатым льдом и перестают нормально функционировать, будучи травмированными. При этом невозможно спасти/отловить рыбу для реализации, поскольку такое бедствие происходит во время «ледовых штормов». В таких условиях на садках работать нельзя из-за угрозы гибели персонала.

Рыбу, не пригодную к реализации, вывозят на свалку. Естественно, это сверхнормативный отход, не предусмотренный Проектом нормативов образования и лимитов размещения отходов (ПНОЛРО). Нормальное захоронение отхода зимой в скотомогильнике вряд ли возможно. Подобные потери известны для ФСХ на Онежском озере, на Сямозере, Сундозере (в бассейне остана р. Суны), на Ладоге.

Летом причиной массового сверхнормативного отхода в ФСХ может быть перегрев воды (свыше 20 °С), когда рыбу кормить нельзя из-за угрозы гибели от теплового шока. Иначе – срабатывает «кормовая компонента»: к температуре внешней среды добавится внутреннее тепловыделение от переваривания/окисления корма.

И хотя летом нет препятствий для отлова обреченной рыбы, для сохранения же десятков тонн неожиданно погибающей продукции не в каждом хозяйстве вдруг найдутся достаточные холодильные мощности.

В этом отношении содержание рыбы в глубоких озерных садках оказывается надежнее, чем в мелких садках в реке. Причины:

1) в озерных садках рыба может опуститься из верхнего перегретого слоя воды в глубину, где у дна садков температура воды существенно ниже;

2) в речных садках это может не сработать по причине турбулентности потока, из-за чего температура по глубине мало различается.

Разумеется, перемещение рыбы ближе к дну садка уменьшит непосредственную ее инсоляцию, что очень важно. Однако лососевые реки, на плёсах которых располагаются ФСХ, имеют порожистые участки. Каждый порог служит естественным теплообменником с (как с нагретым, так и с морозным) воздухом. Относительно преферентности/комфорта для рыбы: летом пороги работают на нагрев (перегрев) воды, в период ледостава – на охлаждение (переохлаждение).

Острой экологической проблемой для форелеводства является нахождение способов утилизации сверхнормативного отхода. Однако и с нормативным отходом (ежедневным в течение всего периода выращивания) не всё в порядке.

Представляется целесообразным параллельное при ФСХ разведение раков, которые являются эффективными утилизаторами животного (отмершие гидробионты) и растительного (перифитон) белка водного и наземного происхождения, оказывающегося в водных экосистемах.

Разведение раков параллельно с форелью тем более заманчиво, что во многих странах цена килограмма рака, как минимум, на порядок превосходит цену потрошенной/охлажденной радужной форели.

В плане защиты водных систем от антропогенного эвтрофирования следует не забывать о вкладе населения в этот стихийный процесс. Согласно данным по населенным пунктам, имеющим системы канализации, на одного человека в сутки выделяется 4,5–5 г антропогенного фосфора в пересчете на элемент (Эдельштейн, 1997). В это число входит 2–2,2 г пищевого Р (из продовольствия) и 2,5 г промышленного (в составе синтетических моющих средств, бытовой пыли, как продуктов истирания промышленных товаров и пр.). Таким образом, от одного жителя в водные экосистемы поступает брутто 1600–1800 г Р в год. Столько же фосфора, правда в водорастворимой фор-

ме, выделяется при выращивании одной тонны форели. Можно принять, что удельное выделение фосфора человеком на порядок выше, чем форелью.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. При соблюдении хозяевами ФСХ разрешенной мощности влияние хозяйства аналитически может регистрироваться только в пределах зон размещения модулей, т. е. не далее контрольных створов (500 м).

2. В пределах зон под модулями происходит осадконакопление продуктов метаболизма и разложение их с выделением газов.

3. Последним обстоятельством обусловлено требование относительно ежегодной передислокации садков в пределах отведенной акватории.

4. В результате передислокации модулей улучшается световой режим в придонном горизонте освободившихся участков. Это благоприятствует переработке органических остатков (минерализация взвесей и седиментов бактериальной микрофлорой), т. е. утилизации первичными продуцентами, включая фотосинтезирующих, и далее – беспозвоночными.

5. Поскольку биогены (Р, N) являются лимитантами в олиготрофных озерах, они активно усваиваются другими первичными продуцентами (фитопланктоном, перифитоном, а также макрофитами), прежде всего в зонах размещения модулей. В результате такой утилизации биогенов экосистемой водоема происходит повышение ее биопродуктивности, включая рыбопродуктивность.

6. В олиготрофных озерах развитие зарослей макрофитов способствует выживанию личинок и мальков весенне-нерестующих рыб.

7. Для олиготрофных озер в целом влияние вклада Р от ФСХ, действующих строго в пределах ранее разрешенной мощности, не может вызвать сдвиг природного фона по фосфору сверх уровня, определенного ПДК. Однако с упразднением в 2005 г. экологической экспертизы проектов ФСХ контроль над допустимой мощностью создаваемых новых предприятий и расширением ранее созданных ФСХ утрачен. Это чревато неприятными последствиями в части снижения качества питьевой воды и неизбежным в таком случае недовольством населения.

**Лепская Е. В., Маслов А. В.** Многолетняя динамика фитопланктонного сообщества оз. Курильское (Южная Камчатка) // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. 1998. Вып. 4. С. 182–188.

## ЛИТЕРАТУРА

**Дубынин В. А., Бугаев В. Ф.** Изменчивость качественных показателей смолтов нерки в связи с фертилизацией. 2006. <http://www.kamniro.ru/kniro1/labs/person/bugaevvf>.

**Смедс К.** Фосфорная нагрузка на водоемы рыбоводческих хозяйств – минимальная // Вести рыбовода. 2006. № 2. С. 4–5.

**Хартикайнен Ю.** Влияние рыбоводства на экологию и руководство по месторасположению рыбо-

водных хозяйств. АО Исследование экологии Саво-Карьяла, 2006. Отдел. Оттиск, 2 с.

**Эдельштейн К. К.** Антропогенные потоки фосфора в глобальном гидрологическом цикле // Вестн. Моск. ун-та, сер. География. 1997. № 2. С. 21–26.

## ЭКСПЕДИЦИИ НА СЕВЕРЕ КАНАДЫ

Анна Абнизова  
Университет Йорк, Канада

### УНИВЕРСИТЕТ ЙОРК (YORK UNIVERSITY)

Отдел Географии в университете Йорк проводит разнообразные научные исследования, в том числе и в Арктике. Университет Йорк (York University) является третьим по величине университетом в Канаде. В 2009 г. ему исполнится 50 лет. По информации официального вебсайта университета – [yorku.ca](http://yorku.ca), в нем постоянно обучаются около 50 тыс. студентов. Состав академического персонала насчитывает около 7 тыс. работников. Университет находится в городе Торонто (провинция Онтарио, Канада). Он располагается в двух корпусах, в которых находится 21 научный центр мирового уровня. Благодаря этому университет достиг огромных успехов в научных исследованиях и разработках. Университет располагает 11 факультетами, на которых преподаются свыше 5 тыс. курсов. Это факультеты Искусство, Образование, Изучение Окружающей Среды, Художественное Искусство, Аспирантура, Здоровье, Право, Бизнес, Наука и Инженерство, Факультет Либеральных и Профессиональных Исследований Atkinson и Glendon. Благодаря достижениям факультета науки и инженерства Канада занимает ведущее положение в научных разработках и плановых проектах на планете Марс. Многие разработки и инструменты в настоящее время используются NASA (National Aeronautics and Space Administration). Отделение Географии в университете является самым большим и разнообразным в Канаде. Студенты имеют возможность выбрать изучение социальной и физической географии и различных методик.

Интеллектуальная и культурная жизнь в университете считается одной из самых насыщенных в Канаде. В университете пять библиотек, около 6,5 млн различных учебных материалов, которые включают публикации, научные работы, книги, архивные материалы, карты, фильмы и музыкальные сборники. Кроме имеющихся 2,5 млн книг, студенты имеют доступ к 13 тыс. электронных документов. Существуют 25 студенческих клубов и организаций, 2 журнала, 3 радиостанции, 2 художественные галереи. Также в университете 33 сервисных центра, в которые входят банки, столовые, фотоателье, аптека, поликлиника и др. Предлагаются программы по обмену студентами более чем со 150 университетами мира. Около 1000 автобусов обслуживают университет ежедневно.

По словам президента, университет Йорк – это динамичное интердисциплинарное академическое общество научных работников, преподавателей и студентов из 150 стран мира. Его целью является достижение, сохранение и распространение знаний. Университет считается многонациональной частью Торонто, где практикуется двуязычное образование и высокая оценка разнообразия. Общество студентов, учителей и персонала основано на академической свободе, социальном правосудии, доступном для всех образовании и коллегиальном самоуправлении, где новшество является традицией (Source: [yorku.ca](http://yorku.ca)).