

Антропогенное воздействие на популяции атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в Арктическом бассейне Российской Федерации

DOI 10.37663/0131-6184-2022-5-34-46

Доктор технических наук, академик РАЕН **В.В. Воробьев** – ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» (ФГБУ «ВНИИЗЖ»)

@ vorobyev_vv@arria.ru

Ключевые слова:

антропогенное воздействие, атлантический лосось, северные реки, качество воды, депрессия, заболевания, гибель, программа

Keywords:

anthropogenic impact, atlantic salmon, northern rivers, water quality, depression, diseases, death, program

ANTHROPOGENIC IMPACT ON POPULATIONS OF ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR* L.) IN THE ARCTIC BASIN OF THE RUSSIAN FEDERATION

Doctor of Technical Sciences, Academician of the Russian Academy of Sciences **V.V. Vorobyov** – Federal State Budgetary Institution "Federal Center for Animal Health Protection" (FGBI "VNIIZH")

The global problems of anthropogenic impact on the planet Earth and marine ecosystems, pollution in the 21st century of the World Ocean, including the Arctic seas, negatively affecting the reproduction of marine biological resources are considered. For more than half a century, the intensively developing exploitation of the bioresources of the World Ocean shelf has led to a decrease in the number of mammals, fish, mollusks, crustaceans, algae and other valuable aquatic organisms. In many developed countries, due to economic activity and industrial pollution of coastal territories, there is a depression in the number and a decrease in intraspecific diversity, due to the loss of populations of passing marine "wild" Atlantic salmon and other aquatic organisms. Since the late 1980s, natural Atlantic salmon stocks have declined significantly. In the main spawning rivers of the Murmansk region, the content of pollutants in the spring is marked on the scale as high and extremely high levels of pollution. The oxygen content and water quality in rivers decrease, the number of saprophytic bacteria increases, the species diversity of zooplankton and phytoplankton decreases. Diseases and death of populations of spawning Atlantic salmon occur. A program has been developed to comprehensively investigate the causes of mass disease and death of Atlantic salmon populations, and to develop measures to restore a genetically healthy salmon population in the Arctic region of Russia.

ВВЕДЕНИЕ

Биологические ресурсы морских и пресноводных экосистем представляют собой один из основных источников животного белка в мире, наиболее ценного в биологическом и пищевом

отношении. ФАО ООН (Продовольственная и сельскохозяйственная организация) признаёт, что «рыба и рыбопродукты входят в число самых здоровых продуктов питания на планете, а также оказывают

наименее значительное воздействие на окружающую среду» [13].

Многие рыбные пищевые продукты (без химических «пищевых» добавок) обоснованно включены в основную категорию функционального питания и обладают многофакторным и стимулирующим благоприятным воздействием на органы и системы жизнедеятельности человека [2]. Поэтому рыба и рыбопродукты должны занимать более заметное место в национальных и региональных планах обеспечения продовольственной безопасности и питания, и призваны играть важную роль в преобразовании продовольственных систем стран.

Разрастающиеся проблемы экологии всемирного масштаба охватывают все континенты и страны планеты. «Экология стала самым громким словом на Земле, громче войны и стихии...», – писал русский советский писатель и публицист, общественный деятель Валентин Распутин.

Нарушение основных систем жизнедеятельности обеспечения биосферы связаны с целенаправленными антропогенными воздействиями, осуществляемые человечеством сознательно для достижения конкретных, порой неразумных целей. Хаотическое непоследовательное развитие мирового сообщества и загрязнение водных экосистем представляет огромную опасность для всех живых организмов, прежде всего, для человека.

На всемирной конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г. была принята программа «устойчивого развития» мирового сообщества [7]. Один из основных четырёх принципов устойчивого развития жизни на планете Земля – это **бережное, осторожное использование природных ресурсов, в том числе биоресурсов Мирового океана**. Задача по устойчивому развитию мирового сообщества постулирует: **возвращение планеты в границы воспроизводственного потенциала её биосферы, пока деградация среды обитания не приобрела необратимый характер, не наступил подрыв природно-ресурсной базы существования человечества**. После конференции в Рио-де-Жанейро прошло 30 лет и антропогенное воздействие на биосферу и биоресурсы Мирового океана, и это очевидно, существенно возросло. Человечество стоит на пороге опаснейшего подрыва возобновляемой природно-ресурсной базы, после которого процессы деградации жизни на планете значительно ускорятся, проблемы выживания человека многократно обострятся.

Проблему загрязнения Мирового океана и морей пластмассами мировая общественность, в частности ООН, осознали гораздо раньше, чем экологические проблемы на суше. ЮНЕСКО включило проблемы экологии и использование биоресурсов Мирового океана в список глобальных проблем. Утилизация отходов пластика на суше по сей день имеет статус проблемы локальной, региональной, в редком случае – национальной. Первые международные конвенции по рациональному использованию биоресурсов Мирового океана и охране его вод от загрязнения были приняты в 1958 и 1960 гг. (Конвенция ООН «Об открытом море», 1958; Меж-

Рассматриваются глобальные проблемы антропогенного воздействия на планету Земля и морские экосистемы, загрязнение в XXI веке Мирового океана, в том числе Арктических морей, негативно влияющих на воспроизводство морских биоресурсов. Более полувека интенсивно развивающаяся эксплуатация биоресурсов шельфа Мирового океана привела к снижению численности млекопитающих, рыбы, моллюсков, ракообразных, водорослей и других ценных гидробионтов. Во многих развитых странах, вследствие хозяйственной деятельности и промышленного загрязнения прибрежных территорий, наблюдается депрессия численности и снижение внутривидового разнообразия, из-за утраты популяций проходного морского «дикого» атлантического лосося и других гидробионтов. С конца 1980-х годов запасы природного атлантического лосося существенно сократились. В основных нерестовых реках Мурманской области содержание загрязняющих веществ весной отмечается по шкале как высокий и экстремально-высокий уровень загрязнения. Снижается содержание кислорода и качество воды в реках, повышается количество сапрофитных бактерий, уменьшается видовое разнообразие зоопланктона и фитопланктона. Возникают заболевания и гибель популяций нерестового атлантического лосося. Разработана Программа по комплексному исследованию установления причины массового заболевания и гибели популяций атлантических лососей, и разработке мер по восстановлению генетически-здоровой популяции лосося в Арктическом регионе России.

дународная конвенция «Об охране человеческой жизни на море» (СОЛАС), 1960). Тем не менее, в 1950-1960 годы многие, быстро восстанавливающиеся после Второй мировой войны, страны стали безрассудно использовать Мировой океан для свалки промышленных, химических, бытовых, а также радиоактивных отходов.

Загрязнение Мирового океана и Арктических морей в XXI веке приобрело угрожающие масштабы. Скорости поступления загрязняющих веществ в Мировой океан в последние десятилетия резко возросли, соответственно в морях существенно сократилось воспроизводство млекопитающих, многих видов рыбы, моллюсков, ракообразных, водорослей и других ценных гидробионтов. Последствия ускоряющегося загрязнения морей, поверхностных вод морских акваторий связано с существенным уменьшением кормовой базы для гидробионтов – зоопланктона и фитопланктона, нарушена пищевая цепь возобновляемой базы водных биоресурсов.

Во многих развитых странах, вследствие хозяйственной деятельности и промышленного загрязнения прибрежных территорий, наблюдается депрессия численности и снижение внутривидового разнообразия из-за утраты популяций проходного морского «дикого» атлантического лосося и других гидробионтов. В северо-западном и северном ре-

гионах России с 1980-х годов запасы арктического лосося (*мурманской сёмги, печорской сёмги*), сига, чира, пеляди, хариуса и других видов рыбы существенно сократились.

Одна из основных причин многократного сокращения численности атлантического лосося – загрязнение прибрежных морских акваторий Баренцева, Белого и Карского морей. **Вторая причина** – загрязнение нерестовых рек и их чрезмерная зарегулированность гидроэлектростанциями (ГЭС), плотинами в Мурманской и Архангельской областях, Республике Карелия, Республике Коми, Ненецком автономном округе. **Третья существенная причина** – бурное развитие искусственно выращиваемых атлантических лососей в хозяйствах аквакультуры России и в близко расположенной Норвегии.

Восстановление популяций ценного природного атлантического лосося в Арктических морях Российской Федерации в указанных регионах актуально и имеет реальную перспективу для воплощения в жизнь при поддержке государства и активном участии отечественной науки.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРСКИХ АКВАТОРИЙ И ПОБЕРЕЖЬЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

В Мировой океан и моря ежегодно сбрасывается более 46 тыс. куб. км промышленных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод, 90% которых не проходят предварительную очистку. Морские экосистемы подвергаются увеличивающемуся антропогенному воздействию химическими токсикантами, которые аккумулируются гидробионтами по трофической цепи и приводят к гибели не только водные биологические организмы, но и морских птиц, и наземных животных. Наибольшую опасность для морской биоты и человека представляют углеводороды (особенно 3,4-бенз(а)пирен), пестициды и тяжёлые металлы (ртуть, свинец, кадмий и др.).

Морские экосистемы до определённой степени предела могут противостоять вредным воздействиям химических токсикантов, используя накопительную, окислительную и минерализующую функцию гидробионтов. Так, например, двустворчатые моллюски способны аккумулировать один из самых токсичных пестицидов – ДДТ и, при благоприятных условиях, выводить его из организма, но в морскую среду. (*ДДТ запрещён в России, США и некоторых других странах, тем не менее он продолжает поступать в Мировой океан в значительных количествах из стран, которые его производят и используют*). Учёными доказано существование в водах Мирового океана интенсивных процессов биотрансформации опаснейшего загрязнителя – 3,4-бенз(а)пирена, благодаря наличию в открытых и полужакрытых акваториях гетеротрофной микрофлоры. Однако тяжёлые металлы и их соли, нефтепродукты, пестициды и многие другие токсиканты в пресной и морской воде во времени не поддаются биотрансформации, и антропогенное воздействие на гидробионты возрастает.

Прибрежная зона Баренцева моря с многочисленными бухтами и заливами в наибольшей сте-

пени вовлечена в хозяйственную деятельность. Постоянное сливание наземной водной системы, функционирование гражданских и военных портов, временных стоянок обуславливают постоянный сброс на морскую акваторию, среди прочих загрязняющих веществ, топлива, масел и других нефтепродуктов. Мурманским прибрежным течениями нефтепродукты переносятся на восток вдоль береговой зоны и с приливными течениями попадают в губы (заливы), не имеющие собственных источников загрязнения.

По данным, проведённых в 1999 г., исследований по уровню аккумуляции нефтепродуктов донные отложения Кольского залива классифицируются как сильно загрязнённые. Суммарное содержание нефтяных компонентов в них находится в интервале 960-7358 мг/кг. То есть естественный фон превышен в 50-370 раз [36]. Лишь в устье Кольского залива донные отложения классифицируют как среднезагрязнённые. Преобладают смолистые компоненты, доля которых от общего количества составляет 50-65%, затем – алкано-нафтеносодержащие углеводороды. В донных отложениях Кольского залива содержатся максимум канцерогенных и мутагенных ароматических соединений. В составе аренов доминируют ПАУ, где преобладают нафталины и антрацен, сумма которых составляет от 38 до 153 мкг/кг сухого вещества. Концентрация 3,4-бенз(а)пирена в Кольском заливе на два порядка выше, чем в целом в Баренцевом море.

На территории Кольского полуострова расположено более 20 тыс. рек и 110 тыс. озёр, включая крупные реки Кола, Умба, Поной, Варзуга, озеро Имандра, Умбозеро, водохранилища на реках Тулома, Воронья, Териберка и др.

В 1999 г. в Мурманской области эксплуатировались 179 очистных сооружений, на которых прошли очистку 348,5 млн м³. По данным государственного учёта, объём сброшенных сточных вод в поверхностные водные объекты в 1999 г. увеличился по сравнению с 1998 г. на 89,9 млн м³ и составил 2050,3 млн м³, в том числе: без очистки – 94,3 млн м³, недостаточно-очищенных – 267,7 млн м³, нормативно-чистых – 1607,4 млн м³ (из них от Кольской АЭС – 1534,0 млн м³), нормативно-очищенных – 80,8 млн м³ [36].

Со сточными водами в водные объекты Кольского полуострова в 1999 г. сброшено 256983,8 т загрязняющих веществ (ЗВ) (табл. 1). Население Мурманской области на 1 января 2000 г. составляло 941062 человек, то есть на одного жителя в водные объекты области сброшено 273,1 кг загрязняющих веществ. Это без учёта загрязнения атмосферного воздуха, почвы и подземных вод.

В отчётом 1999 г. отмечено, по сравнению с 1998 г., увеличение сбросов в водные объекты взвешенных веществ, органических веществ, сухого остатка, хлоридов, сульфатов, фосфатов, азота аммонийного, железа, никеля, алюминия на 15195,3 т (на 5,9%) (табл. 2). В 2000-2014 гг. развивались многие отрасли экономики страны, соответственно увеличились выбросы вредных веществ в атмосферу и сбросы загрязняющих веществ в водные объекты. С 2000 г. данные по состоянию при-

Таблица 1. Объёмы сброшенных загрязняющих веществ в водные объекты Кольского полуострова 1999 году, тонн [36] / **Table 1.** Volumes of pollutants discharged into the water bodies of the Kola Peninsula in 1999, tons [36]

Загрязняющие вещества	Количество	Загрязняющие вещества	Количество
Нефтепродукты	130	Азот нитратный	846,01
Взвешенные вещества	9480	Азот нитритный	22,54
Органические вещества	11230	Никель	38,52
Сухие осадки	160810	Медь	4,94
Хлориды	13140	Кобальт	0,48
Сульфаты	57310	Железо	86,18
СПАВ	78,4	Фтор	645,57
Фосфаты	311,09	Алюминий	1,93
Азот аммонийный	1721,02	Жиры	1165,64
Всего загрязняющих веществ		256 983,79	

родной среды и проблемам экологии на Кольском полуострове, вероятно, есть, но для служебного пользования. Нам не удалось найти в справочной литературе и на открытых сайтах данные по состоянию экологии на Кольском полуострове за прошедший 20-летний период, поскольку ситуация с природной средой в регионе, по-видимому, значительно ухудшилась.

Антропогенное воздействие на окружающую среду, прежде всего, отражается на здоровье россиян, особенно детей. Так с 1995 по 1999 гг. наблюдался рост заболеваемости детей по всем основным классам болезни от 4,8% до 81,8%: новообразования – на 47,4%, болезни эндокринной системы – на 65,8%, болезни крови и кроветворных органов – на 81,8% [36]. Причём первичная заболеваемость детей в Мурманской области выше среднероссийских показателей на 35-36%, что свидетельствует о росте хронизации заболевания у детей. Общий уровень распространённости заболеваний среди взрослых за 1995-1999 гг. вырос по всем классам болезни на 6,3-45,5%: новообразования – на 23,9%, болезни эндокринной системы – на 37,3%, болезни крови и кроветворных органов – на 45,5%. С 1989 по 1999 гг. общая заболеваемость активным туберкулезом увеличилась на 50,3%.

Естественно ухудшилась ситуация в реках и водоёмах Кольского полуострова, в акватории Баренцева моря и для атлантического лосося и гидробионтов, и всей морской биоты.

За последние двадцать лет значительно возросло внимание мировой общественности к загрязнению Мирового океана пластиком. На экологическое загрязнение морей и океанов внимание мировой общественности впервые обратил Чарлз Мур (Charles J. Moore), который, в 1997 г., возвращаясь с командой в Южную Калифорнию после завершения парусной гонки Транспас от Лос-Анджелеса до Гавайев, увидели мусор, плавающий в Северной части Тихого океана, в одном из самых отдалённых регионов океана [14]. Они назвали эту плавающую свалку «Великим тихоокеанским мусорным пятном».

Исследование Ч. Мура в 1999 г. показало, что в этой части океана в 6 раз больше пластика по весу, чем зоопланктона, который питает океаническую жизнь. В 2002 г. более позднее исследование

показало, что даже у берегов Калифорнии пластик перевешивал зоопланктон в 5,2 раза. Эти цифры оказались значительно выше, чем ожидалось, и шокировали многих океанографов [14].

В дальнейшем Чарлз Мур 20 лет своей жизни посвятил проблеме исследования загрязнения пластиком Тихого океана и пропаганде его предотвращения, создал фонд «Algalita» по борьбе с пластиковым загрязнением через обучение и оснащение ресурсами для спасения океана. В мае 2020 г. основал Институт Мура по исследованию загрязнения пластиком и является директором по исследованиям.

Пятно из пластика представляет собой гигантские острова плавающего мусора, его низкая плотность не позволяет обнаружить его на спутниковых снимках или даже случайным лодочникам или дайверам в этом районе. Это пятно представляет собой широко рассеянную область, состоящую в основном из взвешенных «размером с ноготь или меньше» – часто микроскопических – частиц в верхнем слое воды, известных как микропластик. Исследователи из проекта очистки океана заявили, что площадь пятна составляет 1,6 млн квадратных километров. Некоторым пластиковым материалам на пластыре более 50 лет, и они включают в себя такие предметы, как «пластиковые зажигалки, зубные щетки, бутылки с водой, ручки, детские бутылочки, сотовые телефоны, пластиковые пакеты и детские игрушки». Мелкие волокна древесной массы, обнаруженные по всему участку, как полагают, «происходят от тысяч тонн туалетной бумаги, ежедневно смываемой в океан».

Основная часть отработанного пластика попадает в моря и океаны с суши. Загрязняются моря пластиковым мусором через реки и заливы-эстуарии, а также с побережий. Затем океанические течения и ветра разносят пластиковый мусор по морским акваториям, часть его снова выбрасывается волнами и приливами на побережье материков и островов.

Команда исследователей из Нидерландов в северной части Тихого океана обнаружила, путём отбора проб и тестирования, более 6000 кусков мусора, по 232 объектам пластика они установили страну его происхождения: из Японии – 33,6%,

СПРАВКА.

Тяжёлые металлы. Тяжёлые металлы и их соли (Cu, Zn, Hg, Cd, Pb, Sn, Fe, Mn, Ag, Cr, Co, Ni, As, Al) – широко распространенные промышленные загрязнители. В водоёмы они поступают из естественных источников (горных пород, поверхностных слоёв почвы и подземных вод), со сточными водами многих промышленных предприятий и атмосферными осадками, которые загрязняются дымовыми выбросами. Тяжёлые металлы, как микроэлементы, постоянно встречаются в естественных водоёмах, во внутренних органах и тканях гидробионтов. В зависимости от геохимических условий отмечаются широкие колебания их уровней.

Тяжёлые металлы довольно устойчивы. Поступая в водоёмы, они включаются в круговорот веществ и подвергаются различным превращениям. Неорганические соединения быстро связываются буферной системой воды и переходят в слаборастворимые гидроокиси, карбонаты, сульфиды и фосфаты, а также образуют металлорганические комплексы, адсорбируются донными осадками. Под воздействием живых организмов (микробов и др.) ртуть, олово, мышьяк подвергаются метилированию, превращаясь в более токсичные алкильные соединения. Кроме того, металлы способны накапливаться в различных организмах и передаваться в возрастающих количествах по трофической цепи. Особенно опасны ртуть, цинк, свинец, кадмий, мышьяк, так как они, поступая с пищей в организм человека и высших животных, могут вызвать отравления. Коэффициент материальной кумуляции колеблется у них от сотен до нескольких тысяч.

Большая часть неорганических соединений металлов поступает в организм рыб с пищей. Через жабры и кожу проникают растворимые диссоциирующие соли и металлорганические соединения. Антропогенные источники многократно (в 2-13 раз) повышают концентрацию тяжёлых металлов в воде. С этим четко коррелирует содержание металлов в органах рыб.

Токсическое действие большинства тяжёлых металлов на рыб обусловлено их ионами. Концентрированные растворы их солей, обладая вяжуще-прижигающим действием, нарушают функции органов дыхания. В слабых разведениях, проникая в организм, они нарушают проницаемость биологических мембран, снижают содержание растворимых протеинов, связываются с сульфгидрильными и аминогруппами белков и вызывают угнетение активности ферментов. Гидроокиси железа и марганца, осаждаясь на жабрах и икре нарушают газообмен, что приводит к асфиксии. С повышенным загрязнением морской воды соединениями титана, железа, кадмия, хрома и других металлов связывают поражение рыб (треска, ершоватки и др.), опухолями (эпидермальная папиллома, псевдоопухоль жабр, карцинома печени) и язвенной болезнью, а также деформацию скелета и воспаление плавников.

В клинической симптоматике острых отравлений рыб тяжёлыми металлами преобладают нервнопаралитический синдром и нарушение дыхания, которое обусловлено дистрофическими и некробиотическими изменениями в жабрах и коже. При хроническом отравлении симптомы выражены слабо. На первое место выступают деструктивные изменения жаберного аппарата и паренхиматозных органов, анемия и истощение рыб [1].

Китая – 32,3%, Южной Кореи – 9,9%, США – 6,5%, Тайваня – 5,6% и Канады – 4,7% [37]. Исследователи подсчитали, что мусор на пластиковый остров в Тихом Океане (NPGP) в 10 раз чаще поступает от рыболовной деятельности, чем от наземной деятельности других стран. Они пришли к выводу, что все шесть ведущих стран участвуют в рыболовстве в промышленных масштабах.

Первая искусственная синтетическая **пластмасса** была получена в 1855 г. британским металлургом и изобретателем из Бирмингема **Александром Парксом** на основе нитроцеллюлозы и этанола, которую он запатентовал в 1862 г. как «паркезин». Паркезин стал дешёвой и яркой

заменой слоновой кости и черепашьему панцирю. В 1869 г. у А. Паркса появилась идея взять за основу нитроцеллюлозу и доработать её. В результате на свет появилось вещество, названное «целлулоид». От паркезина целлулоид отличался в первую очередь стабильностью и качеством.

Первым в мире создал полностью синтетический пластик в 1907 г. бельгийский химик и опытный маркетолог из Нью-Йорка **Лео Бекеланд**, который ввёл термин «пластик». Своё изобретение он запатентовал и назвал «бакелитом», объединив два химических вещества – формальдегид и фенол, под воздействием тепла и давления из них синтезируется пластик.

Таблица 2. Увеличение сброшенных загрязняющих веществ в водные объекты Кольского полуострова в 1999 году, тонн [36] / **Table 2.** Increase of pollutants discharged into the water bodies of the Kola Peninsula in 1999, tons [36]

Загрязняющие вещества	Увеличение на	Загрязняющие вещества	Увеличение на
Взвешенные вещества	720	Железо	17,12
Органические вещества	2560	Никель	1,42
Сухие осадки	6940	Алюминий	1,12
Сульфаты	4550	Фтор	96,3
Азот аммонийный	293,02	СПАВ	16,41
Всего			15 195,3

Таблица 3. Доля различного вида морского мусора (< 5 mm) в общем составе, в толще воды, на дне, на поверхности и на пляжах, % * / **Table 3.** The proportion of various types of marine debris (< 5 mm) in the total composition, in the water column, at the bottom, on the surface and on beaches, % *

Вид микромусора	В толще воды	На дне	На поверхности	На пляжах
Разные типы	15,63	- **	-	0,51
Пластиковые волокна	14,21	19,91	10,01	27,05
Полиэтиленовая плёнка	-	2,42	0,82	0,47
Пластиковые гранулы	1,93	2,5	2,43	38,12
Пластиковый, всего	77,8	72,89	82,03	28,25
Рыболовство (пластик)	-	-	-	0,39
Пенопласт	1,55	1,01	3,27	4,74
Биотический	-	0,62	-	-
Верёвки	-	0,33	-	-
Стеклокерамика	-	-	-	0,31

* Данные LITTERBASE. URL: <http://litterbase.awi.de/> (дата обращения: 24.06.2021).

** - Доля этого вида мусора крайне незначительна.

Сегодня производятся сотни видов пластмасс и пластика, которые широко используются во всех отраслях промышленности: в машиностроении, авиа- и судостроении, в радио- и электротехнике, в нефте- и газодобывающих отраслях, в строительной индустрии, во многих транспортных отраслях, в рыбной промышленности (тралы, сети, неводы, ловушки, ярусы и др.), аквакультуре и мариккультуре, пищевых отраслях и сельском хозяйстве, в медицине, в общественном питании и т.д.

На сегодняшний день создано более двухсот видов различных пластмасс и пластиковых материалов, однако среди разработанных «экологически чистых» нет дешёвого биопластика, способного разлагаться за короткий период времени под воздействием солнечного света или специфических микроорганизмов. Массовое производство биопластика сдерживается высокой себестоимостью и значительным противодействием нефтяных, газовых и угольных компаний, производящим сырьё для изготовления различных пластических полимеров.

Обзор исследований проблемы загрязнения пластиком Баренцева моря и сопредельных вод осуществили учёные Института Альфреда Вегенера из Германии. Исследователями Института в Баренцевом море было проведено только 14 экспедиций из их общего количества (1249), поэтому данные LITTERBASE не в полном объёме отражают ситуацию с пластиковым загрязнением [20].

Анализ данных позволяет сделать следующие выводы: пластик абсолютно преобладает во всех исследуемых средах моря, его доля варьируется от 47% на дне и до 77% на поверхности воды [28]. Среди видов пластика наибольшая доля приходится на пластик, используемый для рыболовства (сети, ярусы, тралы, ящики для рыбы, упаковка продукции, буи и др.). Следует отметить, что эти виды крупного пластика преимущественно обнаруживаются не на поверхности, а в толще воды или на дне.

Микромусором считаются частицы размером от 0,5 до 5 мм (частицы меньше 0,5 мм – наномусор).

В таблице 3 представлены данные по распределению микромусора в толще морской воды, на дне, на поверхности и на пляжах побережий. Микропластик преобладает везде, кроме пляжей. Из видов микропластика первое место занимают пластиковые волокна (кроме пляжей), за ними пластиковые гранулы и пенопласт. У науки пока нет полной ясности как превращается пластик в микропластик, как он мигрирует по морям и океанам. Многие различные виды микропластика пока ещё не идентифицированы, методики по определению содержания его в воде обрабатываются [22].

Микропластик, находящийся на поверхности и в толще морской воды (табл. 3), мешает образованию и развитию фитопланктона – первичного элемента пищевой цепи в океане. Солнечную энергию фитопланктон трансформирует в энергию химических связей – глюкозу, крахмал, аминокислоты и важнейшие омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты. От состояния и скопления планктона в морских акваториях зависят количественные объёмы популяций различных видов рыбы и гидробионтов, уловы рыбопромысловых судов. Ранее считали, что фитопланктон находится в тонком поверхностном слое морской воды. Однако это не так.

Учёные из Дальневосточного отделения РАН несколько лет назад разработали уникальный прибор для мониторинга в реальном режиме времени состояния активности планктона в глубинных слоях (в толще воды) – от поверхности до ста метров. Метод для мониторинга планктона основан на принципе флюоресценции. Лазерный луч, пропущенный по световолокну с определённой длиной волны, проходящий через толщу воды, попадает в скопления планктона, содержащийся в нём хлорофилл начинает люминесцировать в определённой области спектра. В зависимости от интенсивности этого свечения определяют концентрацию планктона, по сдвигу максимума люминесценции высчитывают физиологическое и биологическое состояние условно-критериального здоровья планктона, его физическую активность.

На основании исследований дальневосточными учёными о фитопланктоне можно прийти к заключению, что находящийся микропластик на поверхности и в толще морской воды мешает образованию и распределению планктона в поверхностной стометровой толще моря. Основная кормовая база для различных видов рыб и гидробионтов, в том числе атлантического лосося – фитопланктон, вместе с микропластиком попадает в организм рыб, нарушая пищеварительные функции и метаболизм, что впоследствии, очевидно, приводит к различным заболеваниям и зачастую к гибели.

По данным исследований специалистов ФГБНУ «ПИНРО» и Морского биологического института (БИМИ, Норвегия), основными компонентами мусора в 2011-2016 гг. на поверхности Баренцева моря и в толще его вод были отходы, изготовленные из бумаги, пластика, стекла, резины, металла, текстиля и дерева, и комбинированные, состоящие из различных вышеназванных компонентов мусора [21].

Более подробная информация об экологическом состоянии, загрязнении пластиком акваторий и побережья Баренцева моря изложена в работе Л.В. Ивановой, К.М. Соколова и Г.Н. Харитоновой [6].

ЗАГРЯЗНЕНИЕ НЕРЕСТОВЫХ РЕК И ЗАБОЛЕВАНИЯ АТЛАНТИЧЕСКИХ ЛОСОСЕЙ

Атлантический лосось (*Salmo salar* L.) воспроизводится в реках Северной Атлантики. Высокая пластичность вида определяет наличие экологических форм: от жилой пресноводной до проходной морской, представленной наибольшим числом популяций. На российский Север приходится западная часть ареала вида лососей, где расположены крупные нерестовые реки, как Печенга, Тулома, Кола, Умба, Печора, Северная Двина, Мезень, протяжённость пресноводного участка миграционного пути для ряда популяций достигает 1000-1800 км [9].

Результатом хозяйственной деятельности человека во многих развитых странах стали депрессия численности и снижение внутривидового разнообразия, прежде всего из-за утраты популяций проходной морской формы, что послужило основанием ещё в 1970-е годы говорить об атлантическом лососе, как об исчезающем виде [21; 26; 27].

Международный совет по исследованию моря (ИКЕС) и Организация по сохранению лосося Северной Атлантики (НАСКО) с середины 1970-х годов отмечали устойчивую тенденцию снижения численности «дикого» лосося в большинстве стран, что объясняется интенсивным промыслом и браконьерством, антропогенным воздействием на Мировой океан и морские акватории, промышленным загрязнением прибрежных территорий, многочисленными сооружениями гидроэлектростанций (ГЭС) и плотин на нерестовых реках, негативными последствиями многолетних лесосплавов, болезнями морских животных и др.

В северо-западных регионах Российской Федерации с конца 1980-х годов запасы атлантического лосося находятся в депрессивном состоянии в водных объектах Мурманской и Архангельской областях, Карелии. В XX веке на Кольском полуострове

атлантический лосось нерестился в 79 реках (43 баренцевоморских и 36 беломорских). На восьми реках Кольского полуострова доступ атлантического лосося к местам нереста перекрыт плотинами. Вследствие сооружений ГЭС полностью исчез лосось из рек Воронья, Ковда, Нива, Паз, Териберка.

Река Тулома зарегулирована двумя гидроузлами. Построенные рыбоходы лестничного типа на Нижнетуломской и Верхнетуломской ГЭС оказались неэффективными, на последнем рыбоход был закрыт в 1970 году. Популяции туломского лосося лишились большей части нерестово-выростных угодий. Вследствие антропогенных загрязнений, на реке Кола произошли деструктивные нарушения популяции лосося в результате рыбоводных работ, которые предусматривали 100% изъятие производителей сёмги. Итогом стало сокращение количества возрастных групп лосося, смещение сроков миграции производителей на нерест, вырождение популяции сёмги на реке Кола.

На Кольском полуострове по берегам нерестовых рек Кола, Печенга, Тулома, Умба, вблизи крупных городов и поселений более полувека оказывают антропогенное воздействие на экологию региона работающие крупнейшие горнодобывающие, горноперерабатывающие, металлургические, машиностроительные, портовые и энергетические предприятия, комбинаты химической и нефтехимической промышленности. Кислотообразующие соединения и тяжёлые металлы, прежде всего, медь, никель, железо, цинк, диоксид серы и фенолы, а также сброс промышленных и бытовых стоков являются основными, загрязняющими веществами территорию, реки и прибрежные морские акватории Баренцева и Белого морей, омывающие Кольский полуостров. В реку Кола сливаются промышленные, бытовые и ливневые сбросы, навозосодержащие стоки, химические удобрения с близлежащих ферм, навозохранилищ и полей.

Характерной особенностью водных объектов Кольского полуострова является присутствие в природных незагрязнённых водах ионов металлов, таких как медь, железо, марганец, а также фенолов. Для водных объектов, таких как бассейн реки Тулома, водохранилищ Иовское, Княжегубское, Серебрянское, рек Вите, Ура, Териберка, Поной, Кица, исток реки Колы, оз. Чунозеро и др. свойственно наличие фенолов, превышающих ПДК в 2-6 раз. Максимальные и повышенные концентрации металлов в этих водных объектах, при отсутствии сбросов сточных вод и выбросов предприятий, наблюдаются в меженные периоды, когда питание осуществляется преимущественно грунтовыми водами.

В местах залегания и добычи медно-никелевых, железных руд, редкоземельных металлов, апатитонепелинового концентрата и других руд наблюдается повышенное содержание никеля, меди, марганца, железа, фторидов и др. Это бассейны рек Патсо-йоки, Печенги, Колы, Нивы, Умбы. Для этих водных объектов свойственно наличие повышенного содержания загрязняющих веществ, как в меженные периоды при малом разбавлении сточных вод, так и в период половодья и дождевых паводков, при поступлении загрязнённого поверх-

ностного стока и усиления фильтрации из хвостохранилищ.

В районах развитой горнодобывающей, горно-обрабатывающей и металлургической промышленности уровня высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) достигали концентрации тяжелых металлов, флотореагентов, сульфатов, фторидов, соединений азота. Это зоны влияния концерна «Норильский никель», ОАО «Ковдорский ГОК», ОАО «Севредмет». В водных объектах, принимающих сточные воды городов и сельскохозяйственных предприятий, на уровне высокого загрязнения наблюдалось содержание органических веществ, аммонийного и нитритного азота, фосфатов, фенолов, нефтяных углеводородов, в значительных количествах содержались металлы. Эти водные объекты расположены в городах и населенных пунктах Заполярный, Никель, Кандакша, Мурманск, Молочный, Ревда. Более всего случаев ВЗ и ЭВЗ (60%), наблюдалось в водных объектах, испытывающих негативное влияние деятельности РАО «Норильский никель».

В реке Кола и её притоках, где нерестится атлантический лосось, ежегодное содержание загрязняющих веществ в апреле-мае отмечается по шкале как высокий и экстремально-высокий уровень загрязнения. Концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК: по органическим веществам – 13-343 раза, фенолам – в 30-240 раз, фосфатам – в 10-41 раз, железу – в 32 раза, марганцу – в 10-68 раз, аммонийному азоту – в 10-565 раз. Схожая ситуация с увеличивающейся концентрацией загрязняющих веществ наблюдается в бассейне Кольского залива, рек Тулома, Печенга, Умба и других. Из-за загрязняющих веществ существенно снижается качество воды, повышается количество сапрофитных бактерий, при этом происходит уменьшение видового разнообразия зоопланктона и диатомового комплекса фитопланктона.

Наиболее вредное воздействие на рыбу и гидробионты, вызывающее болезни и гибель, оказывают тяжёлые металлы.

По данным Управления Россельхознадзора по Мурманской области первые случаи массовой гибели популяций природного атлантического лосося в реках Кола и Тулома (бассейн Баренцова моря) были зарегистрированы летом 2015 года. Количество погибших нерестовых производителей сёмги, обнаруженных в реке Кола, в 2015 г. составило 763 экз., в 2016 г. – 153 экз., в реке Тулома в 2016 г. погибших – 78 экземпляров.

В июне 2019 г. впервые заболевание атлантического лосося обнаружено в популяции сёмги в реке Умба (бассейн Белого моря). Из 87 экземпляров природного лосося, отсаженных в 2019 г. в садки для дальнейшего воспроизводства, 69 экз. (79,3%) признаны нежизнеспособными.

Сотрудниками референтной лаборатории по болезням аквакультуры ФГБУ «ВНИИЗЖ» в рамках государственного эпизоотологического мониторинга в 2016-2019 годах был произведён отбор 36 проб биологического материала популяций «дикого» лосося на реках Кола и Тулома для проведения исследований в лабораторно-диагностическом цен-

тре института. В ходе исследований **не выявлены** возбудители инфекционного гемопоэтического некроза, инфекционного панкреатического некроза, вирусной геморрагической септицемии, инфекционной анемии лососёвых. В этот же период исследования, проведённые специалистами ФГБНУ «ВИЭВ им. Я.Р. Коваленко», выше перечисленные возбудители вирусных болезней рыб **не выявлены**. Микробиологическими исследованиями выделены условно-патогенные микроорганизмы, являющиеся вторичными и контаминирующие внутренние органы на фоне ослабленного иммунитета атлантических лососей. При проведении гистологических исследований в ФГБНУ «ВИЭВ» были установлены язвенные поражения эпителиальной ткани лососей.

На основании патологоанатомических исследований специалисты ФГБНУ «ВИЭВ» отметили **изменение структуры печени** в образцах рыбы (неплотная консистенция), покраснения кишечника. Специалисты ГОБВУ «Мурманская облСББЖ» констатировали, что из видимых и зафиксированных в 2016 г. патологий внутренних органов **наблюдаются изменения только в печени лососей**. Остальные внутренние органы природных атлантических лососей находились в пределах физиологической нормы для нерестового периода.

В отчётах ФГБУ «ВНИИЗЖ» за 2020 г. и 2021 г. приведены данные исследований инфекционных заболеваний и гибели атлантических лососей на реках с высокой антропогенной нагрузкой: Кола, Тулома, Умба. Констатируется обнаружение вирусов инфекционного некроза поджелудочной железы и поксвирусной болезни жабр лосося, которые, однако, не являются причиной гибели производителей атлантического лосося, поскольку половозрелый лосось является бессимптомным носителем указанных вирусов. Показано, что поражения печени у лососей умбской популяции могут иметь токсическую причину, а белково-зернистая дистрофия печени у особей туломской популяции, вероятно, является причиной инфекции, вследствие существенного загрязнения рек промышленными токсическими отходами.

Ежегодное количество производителей популяций атлантического лосося, идущего на нерест в реки Кольского полуострова, существенно сокращается, что подтверждается статистикой за 2020-2022 годы. Так, по статистическим данным, через Туломский рыбоход и рыбоучётные заграждения (РУЗ) на реке Кола отмечается ежегодное значительное сокращение общего количества, поднимающегося вверх по рекам на нерест, атлантического лосося, основной причиной которого, очевидно, является существенное ухудшение экологического и санитарно-гигиенического состояния рек Кола, Тулома, Умба, а также морских акваторий Баренцева и Белого моря.

По данным наблюдений Мурманского филиала ФГБУ «Главрыбвод» в таблице 4 представлен учёт пропуска атлантического лосося на рыбоходе реки Тулома и на РУЗ реки Кола с 2015 по 2022 годы.

Достоверная информация по количеству погибших нерестовых атлантических лососей в реках Кольского полуострова за 2010-2022 годы от-

существует. В учреждениях Мурманской области за последнее десятилетие ведётся учёт по количеству погибших атлантических лососей, однако данные ФГБУ «ВНИИЗЖ» не представлены.

Это осложняет специалистам ФГБУ «ВНИИЗЖ» проведение всестороннего анализа многоаспектной государственной проблемы и, очевидно, влияет на принятие нецелевых «узкопрофильных и территориально ведомственных» задач по решению исправления сложившейся ситуации с заболеванием природного атлантического лосося не только в Мурманской области, но и в северо-западных регионах России, подконтрольных Североморскому межрегиональному управлению Россельхознадзора.

Вследствие бесконтрольного, ежегодно нарастающего загрязнения окружающей среды, прежде всего, нерестовых рек для атлантического лосося и другой рыбы на Кольском полуострове, нарушена многолетняя природная цикличность воспроизводства ценной сёмги и многих других гидробионтов.

ПРОИЗВОДСТВО АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ

Особо острой проблемой, при установлении причин заболеваний и гибели природного атлантического лосося, является искусственно выращи-

ваемые, генетически модифицированные лососи в хозяйствах аквакультуры.

Основной производитель атлантического, генетически модифицированного (ГМ) лосося в мире – Норвегия (табл. 5), занимающая в общем объёме выращивания в 2018 г. 52,6%, вместе с Чили – 79,8% [3]. Норвегия продаёт ГМ лосося во многих странах, в том числе и в России, применяя демпинг цен для захвата рынков.

Посадочный материал (смолт), как и корм, регулярно завозится из Норвегии. По искусственному выращиванию генно-модифицированных лососей Норвегия занимает первое место в мире (табл. 5). В рыболовных хозяйствах Норвегии происходят постоянные вспышки различных заболеваний (инфекционная анемия лососёвых, инфекционный некроз поджелудочной железы, альфавирусная болезнь лососёвых, воспаление сердечных и скелетных мышц, синдром кардиомиопатии, поксвирусная болезнь жабр лосося и др.).

Выращиванием генетически модифицированного атлантического лосося в акваториях рек Печенга и Тулома Мурманской области занимаются две компании: ПАО «Русский лосось» и ПАО «Русская аквакультура». В 2013 г. этими компаниями было выращено 22,5 тыс. тонн ГМ-сёмги, а в 2015 г. в «Русской аквакультуре» произошло массовое за-

Таблица 4. Учёт нерестового атлантического лосося на рыбоходе реки Тулома и РУЗ на реке Кола за 2015-2022 годы (экземпляры) / **Table 4.** Accounting for spawning Atlantic salmon on the Tuloma River and the RUZ River on the Kola River for 2015-2022 (copies)

Год	На реке Тулома			На реке Кола				
	Всего	С патологиями (предполагаемым УДН)	%, УДН от общего количества	Погибших	Всего	С патологиями (предполагаемым УДН)	%, УДН от общего количества	Погибших
2015	6210	Учёт не производился	-	-	7652	Учёт не производился	-	763
2016	6678	122	1,82	78	2099	139	6,62	153
2017	4816	213	4,43	-	1280	79	6,18	181
2018	6372	415	6,24	-	2521	495	19,64	386
2019	3253	126	3,88	-	2238	98	4,38	154
2020	2938	273	9,30	-	1678	205	12,22	-
2021	886	83	9,37	-	497	54	10,87	-
2022	1630	76	4,67	-	679	89	13,11	-

Таблица 5. Объёмы аквакультуры атлантического лосося, тыс. т [3] / **Table 5.** Volumes of aquaculture of Atlantic salmon, thousand tons [3]

Страна	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Норвегия	1168,3	1258,4	1303,3	1233,6	1236,3	1282,0
Чили	492,3	644,5	608,5	532,2	614,2	661,1
Великобритания	163,5	179,4	172,1	163,1	189,7	166,0
Канада	97,6	86,3	121,9	123,5	120,5	123,5
Фарерские острова	75,8	86,4	80,6	83,3	86,8	78,9
Австралия	42,8	41,6	48,3	56,1	52,6	61,2
Россия	22,5	18,7	10,8	12,9	13,0	20,6
США	18,9	18,7	18,7	16,2	14,7	16,1
Исландия	3,0	4,0	3,3	8,4	11,3	13,4
Ирландия	9,1	9,4	13,1	16,3	18,3	12,0
Прочие	0,025	0,72	0,73	1,61	1,16	1,09
ВСЕГО	2093,8	2348,1	2381,3	2247,2	2358,6	2435,9

болевание рыбы, по причине импортного некачественного корма, которое привело к гибели всех выращенных лососей. Весь объём произведённого лосося в несколько тысяч тонн был полностью уничтожен. Экономический убыток оценивается в сотни миллионов рублей.

Норвежцы не потерпят никакой конкуренции в продаже ГМ-лосося на мировом рынке и всем нарождающимся конкурентам будут преподносить неожиданные «сюрпризы». Рыночная экономика, однако! И не надо ждать никакой помощи от норвежцев и других зарубежных компаний. Необходимо самим всё производить, возродить науку в сфере марикультуры на основе самопроизводства.

В России на фермах аквакультуры генетически модифицированные лососи болеют различными заболеваниями, вызванными рядом причин, в том числе некачественным импортным кормом, скученностью в садках, низким содержанием кислорода в воде и т.д. Больные ГМ-лососи периодически «сбегают» из садков и уходят в море, где через водную среду происходит контаминация на горизонтальном и вертикальном уровне «дикого» атлантического лосося, ухудшающая генофонд популяций природной сёмги.

Микодиной и Ганжой [10] изучены искусственные корма для выращивания рыбы в промышленных условиях. Установлено, что в комбикормах для кормления рыбы из 12 образцов в 10 образцах (9 образцов – импортные корма) было выявлено наличие **гена лектина сои**, при этом не указывается какая соя – ГМ или нет. Фирмы-производители не приводят сведений о наличии (отсутствии) и количестве ГМ-источников, в случае содержания их в кормах. В составе 6 из 12, подвергнувшихся анализу, образцов корма выявлен ингредиент ГМ-соя торговой линии 40-3-2. Эта линия сои разработана американской компанией *Monsanto CO* в 1995 г. и выпускается под торговой маркой «Раундап». Однако другие торговые линии ГМ-соя (разработано более 40 линий ГМ-соя) не были установлены, поскольку в России нет методик по их определению, а зарубежные компании их не продают.

Российские учёные не рекомендуют добавлять сою в корма для кормления личинок и молоди лососевых рыб, выращиваемых в условиях акваферм. Рекомендации основаны на результатах экспериментов на радужной форели, показавших, что наличие в кормах сои приводит к задержке размножения и ухудшению репродуктивной функции из-за содержащегося в ней **термоустойчивого фитоэстрогена – генистина** [15]. Помимо этого, при использовании кормов с соей, отмечено замедление роста рыб даже у потомства второго поколения. Составляемые из Норвегии сотни тонн искусственно выращенных лососевых – сёмги и радужной форели, вскормленных кормом, содержащих ГМ-соя, ГМ-кукурузный шрот, гормоны роста, искусственные красители, антибиотики и многие другие, запрещённые в ЕС и США, ингредиенты, при употреблении в пищу наносят непоправимый вред здоровью и жизни россиян, особенно детям и подросткам, а также развивающимся в утробе эмбрионам у будущих матерей.

Североатлантическая организация по сохранению лосося (NASCO) объявила 2019 г. Международным годом лосося. По замыслу организации во всём мире должны были проводиться мероприятия, направленные на сохранение запасов лососёвых. Экологи многих стран, где развито искусственное выращивание лососей, протестовали против лососей аквакультуры. В 2019 г. на форуме журналистов и экологов стран Баренцевоморского региона *Eco-Media-Barents-2019*, проходившем в Мурманске и Киркенесе, об опасности искусственного выращивания лосося и вреда употребления в пищу, говорил основатель и лидер норвежского Природоохранного союза **Курт Оддекалв**. Он изучал более 10 лет работу многих норвежских хозяйств аквакультуры и утверждает, что для борьбы с паразитами лосося работники акваферм, одетые в костюмы химзащиты и противогазы, льют в воду садков сильнейшие пестициды, обладающие нейротоксическим действием. Такую рыбу есть нельзя [11].

Подтверждая результаты исследований К. Оддекалва, французский токсиколог **Жером Рюзген** заявил: «Действительно, степень загрязнения токсикантами выращенного лосося очень высокая. Он в пять раз вреднее и токсичнее, чем любые другие продукты. Эти токсины необходимо избегать, так как после употребления такого лосося мы рискуем ошутить на себе их вредное воздействие» [11].

Против искусственного выращивания лосося происходят акции протеста и демонстрации в канадской провинции Британская Колумбия, в Сан-Франциско, Шотландии, Чили и др. странах. Экологи ряда стран, где развита индустрия аквакультуры атлантического лосося (сёмги), форели, горбуши, кижуча указывают на значительное антропогенное воздействие акваферм на окружающую среду.

В 2021 г. более 50 шеф-поваров из Британской Колумбии Канады направили властям провинции обращение с призывом не продлевать лицензии 20 компаниям, занимающимся разведением лососевых на архипелаге Бротон. Против этих компаний выступили и индейцы Канады. В результате, в декабре власти провинции объявили, что **до конца 2022 г. будет закрыто 10 компаний аквакультуры, до конца 2023 года – ещё семь!**

Всемирный фонд дикой природы (WWF) называет следующие серьёзные экологические угрозы, которые создаёт аквакультура [12]:

- **Органическое загрязнение (эфтрофикация)** – избыток питательных веществ из пищи и экскрементов рыбы с лососёвых ферм повышает уровень органики в воде, возникает дефицит кислорода, образуются донные отложения, что крайне негативно отражается на морских экосистемах.

- **Химическое загрязнение** – на фермах используются противопаразитарные препараты, средства для очистки от обрастаний садков, антибиотики, кормовые красители, которые могут иметь непредсказуемые последствия для морских организмов и здоровья человека. По подсчётам природоохранной организации в Чили *Oseana*, чилийским лососьям на фермах скормили почти 400 т антибиотиков – в 1400 раз больше из расчёта на одну рыбу, чем в Норвегии!

• **Генетическое загрязнение** – сбежавший, выращенный ГМ-лосось может конкурировать с дикими рыбами и скрещиваться с местной сёмгой диких популяций, ухудшая генетическое разнообразие лососей.

Во время повреждения садка в шторм или по другим причинам лососи «убегают» на волю. Такие массовые побеги происходят регулярно. В июле 2018 г. с фермы компании Marine Harvest в Чили после шторма сбежали более 900 тыс. лососей (общей массой более 4 тыс. тонн) [12].

По официальной статистике Норвежского директората рыболовства, с рыбных ферм в Норвегии в 2001-2011 годах сбежало от 112700 до 921000 рыб в год, в среднем – 413 тыс. лососей в год. По оценке учёных из Института морских исследований в Бергене, ежегодное число рыб-беглецов может быть в 2-4 раза больше (т.е. от 1 до 1,65 млн лососей!) [12].

• **Инфекционные болезни и паразиты (лососевая вошь)**, которые могут передаваться диким популяциям лососей. Меленький веслоногий рачок *Lepeophtheirus salmonis* наносит аквакультуре миллиардные убытки. Только в Норвегии фермеры ежегодно тратят 1 млрд € на средства для борьбы с вошью.

Паразит *Lepeophtheirus salmonis* (лососевая вошь) – веслоногий рачок, поселяющийся на коже и жабрах лососёвых и питающийся покровами тела рыбы. Поражённая рыба болеет, а затем умирает. Масштабы бедствия огромны.

Аналогичные проблемы существуют и на наших российских предприятиях аквакультуры, но об этом умалчивают.

Появление в торговых сетях и общепите генетически модифицированных лососей (сёмги и форели) становится серьёзным поводом для беспокойства о здоровье россиян. Из-за вживлённого гормона роста от чавычи ГМ-атлантический лосось в садках на искусственном корме растёт круглый год и достигает необходимых размеров за 16-18 месяцев, что в 2-3 раза быстрее по сравнению с диким лососем. Это позволяет снизить себестоимость его производства. Однако исследования свидетельствуют, что использование рекомбинантного гормона у живых организмов может потенциально способствовать развитию рака. Существуют также доказательства того, что генетически модифицированные продукты способны вызвать проблемы с почками, печенью и поджелудочной железой, создавать репродуктивные проблемы и негативно повлиять на кровообращение и иммунитет [8].

Масштабное распространение в России генетически модифицированных организмов (ГМО), опасность которых доказана учёными разных стран мира, может привести к бесплодию, всплеску онкологических заболеваний, генетических уродств и аллергических реакций, к увеличению уровня смертности людей и животных, резкому сокращению биоразнообразия и ухудшению состояния окружающей среды.

Получение ГМО связано со «встраиванием» чужого гена в ДНК других растений или животных (производят транспортировку гена, т.е. трансгени-

зацию) с целью изменения свойств или параметров последних [8], например, получение растений, устойчивых к заморозкам или к насекомым, или к пестицидам и так далее. В результате такой модификации происходит искусственное внедрение новых генов в геном организма, то есть в тот аппарат, от которого зависит строение самого организма и следующих поколений.

О непредсказуемости действия ГМ-организмов и их опасности предупреждали учёные многих стран. Ещё в 2000 г. было опубликовано Мировое заявление учёных об опасности генной инженерии [35], а затем – и Открытое письмо учёных правительствам всех стран о введении моратория на распространение ГМО, которое подписали 828 учёных из 84 стран мира [29].

О непредсказуемости действия генетически модифицированных организмов неоднократно выступал научный советник правительства Норвегии, профессор Терье Траавик, который занимается генной инженерией более 20 лет. Он заявил, что возможная опасность от ГМ конструкций выше, чем от химических соединений, так как они совершенно «незнакомы» окружающей среде, они не распадаются, а, наоборот, принимаются клеткой, где могут бесконтрольно размножаться и мутировать. По его мнению, необходимы независимые исследования, которые проводились бы не на корпоративные средства [5].

Многие страны, пытаясь защититься от ГМ-культур, ввели маркировку на продуктах с ГМО, или стали продавать их по очень низкой цене, а некоторые страны пошли по пути полного отказа от ГМ-культур и ГМ-продуктов, организовав зоны, свободные от ГМО (ЗСГМО). **В настоящее время известно более 1300 зон в 35 странах мира, которые организовали ЗСГМО. Среди них почти все европейские страны.** Совсем недавно в Европейском Союзе был опубликован доклад (*Who Benefits from GM crops? An analysis of the global performance of genetically modified (GM) crops 1996-2006*). Кому выгодны ГМ-культуры? Анализ глобальных показателей использования генетически модифицированных (ГМ) культур в 1996-2006 годах), в котором было отмечено, что трансгенные культуры за десять лет так и не принесли никаких выгод: они не увеличили прибыли фермеров в большинстве стран мира, не улучшили потребительские качества продуктов и не спасли никого от голода. Применение ГМ-культур лишь увеличило объём применения гербицидов и пестицидов, а не сократило их использование, как обещали биотехнологические корпорации. Они не принесли пользы окружающей среде, а, наоборот, оказали крайне негативное воздействие на природу, приведя к сокращению биоразнообразия. Причем сами по себе ГМ-растения являются крайне нестабильными по целому ряду характеристик и могут оказывать негативное воздействие на здоровье человека и животных [5].

Из приведённых выше материалов следует, что выращиваемый во многих странах и в России ГМ атлантический лосось в аквахозяйствах, как и другие виды рыб, не имеют перспективы дальнейшего

СПРАВКА.

Экспериментальные исследования показали патологические изменения в органах животных и их потомства при добавлении в их корм разных ГМ-культур. Так, британские исследователи показали опасность для животных ГМ-картофеля [19; 31], итальянские коллеги – ГМ-сои [23; 24], австралийские учёные – ГМ-гороха [30], а французские – ГМ-кукурузы [34]. Было сообщено о том, что добавка к корму лабораторных животных ГМ-кукурузы привела к 100% смертности их детёнышей.

Проведённая д.б.н. И.В. Ермаковой [4; 17; 18], элементарная проверка влияния ГМ-сои, устойчивой к гербициду раундапу (линия 40.3.2), на потомство лабораторных крыс показала повышенную смертность крысят первого поколения, недоразвитость выживших крысят, патологические изменения в органах и отсутствие второго поколения животных.

Очень серьёзные изменения были выявлены не только в самих ГМО, но и в организмах тех, кто их поглощает. Сторонники ГМО утверждают, что чужеродные вставки полностью разрушаются в желудочно-кишечном тракте животных и человека. Однако, по мнению российских генетиков, «...поедание организмов друг другом может лежать в основе горизонтального переноса, поскольку доказано, что ДНК переваривается не до конца и отдельные молекулы могут попадать из кишечника в клетку и в ядро, а затем интегрироваться в хромосому» (Гвоздев, 2004, стр. 70). Что же касается колечек плазмид, то «кольцевая форма ДНК делает её более устойчивой к разрушению» (Янковский и Боринская, 2004, стр. 36). Так, плазмиды и ГМ-вставки были обнаружены в разных органах животных и человека, использующих в пищу ГМО. ГМ-вставки были выявлены в слюне и микрофлоре кишечника человека [16; 25], в крови и микрофлоре кишечника мышей [32]. Особо важное значение имеют исследования Schubbert et al. 1998 [33], которые обнаружили чужеродные ГМ-вставки в разных органах внутриутробных плодов и новорождённых мышат (кишечнике, крови, сердце, мозге, печени, селезёнке, семенниках, коже и др.) после добавления в корм беременных самок ДНК бактериофаг M13 или плазмид, содержащих ген зелёного флуоресцентного белка (pEGFP-C1). Исследователи делают вывод об опасности, которую могут представлять ГМО не только для тех, кто их поглощает, но и для их потомства.

развития на основе несовершенных, применяемых технологий в аквакультуре, находящихся в тупике безысходности. Необходима новая парадигма создания и развития аквакультуры на новых принципах.

Быстрое развитие искусственного выращивания атлантического лосося в аквахозяйствах происходит на фоне углубляющейся депрессии целого ряда его нативных природных популяций. К 2000 году не менее 94% половозрелых лососей находились в нише аквакультуры и лишь незначительная часть – в естественной среде обитания [9]. Проблема сохранения и рациональной эксплуатации «дикого» лосося особо актуальна на Европейском Севере России, что предопределяет приоритетность поддержания на оптимальном уровне его природных популяций, как основы развития альтернативных форм лососевого хозяйства.

В ФГБУ «Федеральный центр охраны здоровья животных» разработана Программа по комплексному исследованию установления причины массового заболевания и гибели популяций атлантических лососей, и разработке мер по восстановлению генетически-здоровой природной популяции лосося в Арктическом регионе России.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Васильков Г.В. Болезни рыб: СПРАВОЧНИК. – / Г.В. Васильков, Л.И. Грищенко, А. Канаев и др. – М.: Агропромиздат, 1989. – 288 с.
1. Vasilkov G.V. Diseases of fish: HANDBOOK. – / G.V. Vasilkov, L.I. Grishchenko, A. Ka-naev, etc. – M.: Agropromizdat, 1989. – 288 p.
2. Воробьев В.В. Стратегические аспекты устойчивого развития рыбопромышленного комплекса России. Здоровье россиян // Рыбное хозяйство. –2021. – № 5. – С. 23-29. DOI10.37663/0131-6184-2021-5-23-29.

2. Vorobyev V.V. Strategic aspects of sustainable development of the fishing complex of Russia. Health of Russians // Fisheries. -2021. – No. 5. – PP. 23-29. DOI10.37663/0131-6184-2021-5-23-29.
3. Ежегодник ФАО по статистике рыболовства и аквакультуры. URL: <http://www.faj.org/fishery/statistics/yearbook/en> (дата обращения 27.07.2022).
3. FAO Yearbook on Fisheries and Aquaculture Statistics. URL: <http://www.faj.org/fishery/statistics/yearbook/en> (accessed 27.07.2022).
4. Ермакова И.В. Генетически модифицированная соя приводит к снижению веса и увеличению смертности крысят первого поколения. Предварительные исследования. // ЭкосИнформ. –2006. –№1. – С. 4-10.
4. Ermakova I.V. Genetically modified soy leads to weight loss and increased mortality of first-generation baby rats. Preliminary research. // EcosIn-forms. -2006. –No.1. – С. 4-10.
5. Ермакова И.В. О ситуации с ГМО в России и мире. // <http://www.systemdev.ru/articles/main/news2-4.html> (дата обращения 04.09.2022).
5. Ermakova I.V. About the situation with GMOs in Russia and the world. // <http://www.systemdev.ru/articles/main/news2-4.html> (accessed 04.09.2022).
6. Иванова Л.В. Тенденции загрязнения пластиком акваторий и побережья Баренцева моря и сопредельных вод в условиях изменения климата / Л.В. Иванова, К.М. Соколов, Г.Н. Харитоновна // Арктика и Север. – 2018. – № 32. – С. 121-145. DOI10.17238/issn2221-2698.2018.32.121
6. Ivanova L.V. Trends in plastic pollution of water areas and the coast of the Barents Sea and adjacent waters under climate change / L.V. Ivanova, K.M. Sokolov, G.N. Kharitonova // Arctic and North. - 2018. – No. 32. – pp. 121-145. DOI10.17238/issn2221-2698.2018.32.121
7. Коптюг В.А. Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 года) Информационный обзор Российской Академии наук Сибирское отделение. – Новосибирск, 1992. – 62 с.
7. Koptuyug V.A. UN Conference on Environment and Development (Rio de Janeiro, June 1992) Information Review Russian Academy of Sciences Siberian Branch. – Novosibirsk, 1992. – 62 p.

8. Кузнецов В.В., Куликов А.М. Генетически модифицированные организмы и полученные из них продукты: реальные и потенциальные риски / В.В. Кузнецов, А.М. Куликов // Российский химический журнал. – 2005. – Т. XLIX. – № 4. – С. 70–83.
8. Kuznetsov V.V., Kulikov A.M. Genetically modified organisms and products derived from them: real and potential risks / V.V. Kuznetsov, A.M. Kulikov // Russian Chemical Journal. – 2005. – Vol. XLIX. – No. 4. – pp. 70–83.
9. Мартынов В.Г. Атлантический лосось (*Salmo salar* L.) на Севере России. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 414 с.
9. Martynov V.G. Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North of Russia. – Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 2007. – 414 p.
10. Микодина Е.В. Генетически модифицированные источники в комбикормах для рыб / Е.В. Микодина, Е.В. Ганжа // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 2. – С. 84–87.
10. Mikodina E.V. Genetically modified sources in compound feeds for fish / E.V. Mikodina, E.V. Ganzha // Fisheries. – 2008. – No. 2. – pp. 84–87.
11. Норвежский лосось в 5 раз вреднее и токсичнее, чем любые другие продукты, - утверждают экологи. URL: <https://roscontrol.com/journal/news/norvegskiy-losos-v-5-raz-vrednee-i-toksichnee-chem-lyubie-drugie-produktiutverdayut-ekologi/> (дата обращения: 26.06.2021).
11. Norwegian salmon is 5 times more harmful and toxic than any other products, environmentalists claim. URL: <https://roscontrol.com/journal/news/norvegskiy-losos-v-5-raz-vrednee-i-toksichnee-chem-lyubie-drugie-produktiutverdayut-ekologi/> (date of reference: 06/26/2021).
12. Рыба с запахом скандала. Какую пользу приносит и какой вред наносит выращивание лосося. URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4067642> (дата обращения 12.08.2021).
12. Fish with the smell of scandal. What benefits does salmon farming bring and what harm does it cause? URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4067642> (accessed 12.08.2021).
13. ФАО.2020. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2020. Меры по повышению устойчивости. – Рим. ФАО. – 223 с. // <https://doi.org/10.4060/ca.9229ru> (дата обращения 11.10.2021).
13. FAO.2020. The state of world fisheries and aquaculture – 2020. Measures to increase sustainability. – Rome. FAO. – 223 p. // <https://doi.org/10.4060/ca.9229ru> (accessed 11.10.2021).
14. Чарлз Мур. «Капитан Чарлз Мур о морях пластика» ТЕД: Идеи достойные распространения. // Algalita is a nonprofit organization committed to solving the plastic pollution crisis in our oceans through research and education. URL: <http://www.algalita.org/> (дата обращения: 23.06.2021).
14. Charles Moore. "Captain Charles Moore on the seas of plastic" TED: Ideas worthy of dissemination. // Algalita is a nonprofit organization committed to solving the plastic pollution crisis in our oceans through research and education. URL: <http://www.algalita.org/> (accessed: 06/23/2021).
15. Чернышов Н.И. Компоненты комбикормов. / Н.И. Чернышов, И.Г. Панин– Воронеж: ВНИИКП, 2000. – 122 с.
15. Chernyshov N.I. Components of compound feeds. / N.I. Chernyshov, I.G. Panin– Voronezh: VNIIPK, 2000. – 122 p.
16. Coghlan A. GM crop DNA found in human gut bugs. NewScientist. 2002.
16. Coghlan A. GM crop DNA found in human gut bugs. NewScientist. 2002.
17. Ermakova I.V. GM soybeans revisiting a controversial format// Nature Biotechnology, V. 25, N12, 2007, pp. 1351-1354.
18. Ermakova I. Influence of genetically modified soya on the birth-weight and survival of rat pups// Proceedings "Epigenetics, Transgenic Plants and Risk Assessment", 2006, P. 41-48.
19. Ewen S.W, Pusztai A. Effect of diets containing genetically modified potatoes expressing *Galanthus nivalis* lectin on rat small intestine. Lancet. 354 (9187), 1999.
20. Geyer R., Jambeck J.R., Lavender K. Law Production, use, and fate of all plastics ever made // Science Advances. 2017. Vol. 3. № 7. DOI 10.1126/sciadv.1700782.
21. Krivosheya P., Prokhorova T., Grøsvik B.E. Anthropogenic matter. Survey report from the joint Norwegian / Russian ecosystem survey in the Barents Sea and adjacent waters. 2016. IMR/PINRO Joint Report Series. 2017. № 1. PP. 20–21.
22. Lusher A.M., Tirelli V., O'Connor I., Officer R. Microplastics in Arctic polar waters: the first reported values of particles in surface and sub-surface samples // Scientific Reports. 2015. Vol. 5. Article number: 14947.
23. Malatesta M., Biggiogera M., Manuali E., Rocchi M.B.L., Baldelli B., Gazzanelli G: Fine structural analyses of pancreatic acinar cell nuclei from mice fed on GM soybean. Eur. J. Histochem., 47, 2003. pp. 385-388.
24. Malatesta M., Caporalony C., Gavaudan S., Rocchi M.B.L., Tiberi C., Gazzanelli G. Ultrastructural, morphometrical and immunocytochemical analysis of hepatocyte nuclei from mice fed on genetically modified soybean. Cell Struct. Funct., 27, 2002, Pp. 173-180.
25. Mercer, D.K., Scott, K.P., Bruce-Johnson, W.A., Glover, L.A. and Flint, H.J. Fate of free DNA and transformation of oral bacterium *Streptococcus gordonii* DL1 plasmid DNA in human saliva. Applied and Environmental Microbiology 65. 1999. – Pp. 6-10.
26. Netboy A. The Atlantic salmon - a vanishing species. London: Faber and Faber, 1968. – 457 p.
27. Netboy A. The salmon, their fight for survival. Boston: Houghton Mifflin, 1974. – 613 p.
28. Online Portal for Marine Litter. URL: <http://litterbase.awi.de/> (дата обращения: 24.06.2021).
29. Open Letter from World Scientists to All Governments Concerning Genetically Modified Organisms (GMOs), 2000.
30. Prescott, V.E., Campbell, P.M., Moore, A., Mattes, J., Rothenberg, M.E., Foster, P.S., Higgins, T.J.V. and Hogan, S.P. 2005. Transgenic expression of bean alpha-amylase inhibitor in peas results in altered structure and immunogenicity. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 9023-9030.
31. Pusztai A. Report of Project Coordinator on data produced at the Rowett Research Institute. SOAEFD flexible Fund Project RO 818. 22 October 1998.
32. Schubert R., Lettmann C. and Doerfler W. Ingested foreign (phage M13) DNA survives transiently in the gastrointestinal tract and enters the blood stream of mice. *Molecules, Genes and Genetics* 242. 1994. Pp. 495-504.
33. Schubert R., Hohlweg U., Renz D. and Doerfler W. On the fate of orally ingested foreign DNA in mice: chromosomal association and placental transmission in the fetus. *Molecules, Genes and Genetics* 259. 1998. Pp. 569-576.
34. Seralini G.E., Cellier D., Vendomois JS. New Analysis of a Rat Feeding Study with a Genetically Modified Maize Reveals Signs of Hepatorenal Toxicity// Arch. Environ. Contam. Toxicol, 2007.
35. World Scientists Statement. Supplementary Information of the Hazards of Genetic Engineering Biotechnology. Third World Network. 2000.
36. Состояние природной среды и проблемы экологии на Кольском полуострове. Часть 1. Доклад // www.metal-profi.ru/library/sostojnie_prirodnoi_2/htm (Дата обращения 17.08.2022 г).
36. The state of the natural environment and environmental problems on the Kola Peninsula. Part 1. Report // www.metal-profi.ru/library/sostojnie_prirodnoi_2/htm (Accessed 17.08.2022).
37. Лебретон Л., Ройер С. Дж., Пейтавин А. и др. Промышленно развитые рыболовные страны в значительной степени способствуют загрязнению плавающим пластиком в субтропическом круговороте Северной части Тихого океана. *Sci Rep* 12, 12666 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16529-0> (дата обращения 12.09.2022 г.).
37. Le breton L., Royer S. J., Peytavin A. et al. Industrialized fishing countries contribute significantly to pollution by floating plastic in the subtropical circulation of the North Pacific Ocean. *SciRep* 12, 12666 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16529-0> (accessed 12.09.2022).