

О РЕКОНСТРУКЦИИ ПЕРЕХОДА МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА ЧЕРЕЗ ЛОСОСЁВУЮ НЕРЕСТОВУЮ РЕКУ АВАЧУ

Выполнена оценка экологических последствий строительства (2010 г.) и реконструкции (2012 г.) перехода магистрального газопровода «УКПП-2 Нижне-Квакчикского ГКМ – АГРС г. Петропавловска-Камчатского» через лососёвую р. Авачу в Елизовском районе. Описаны природные процессы и техногенные нагрузки, оказывающие влияние на экологическую и промышленную безопасность этого перехода. Многочисленные нарушения природоохранного законодательства привели к сверхпроектному воздействию на среду обитания лососей, в т. ч. на донные биоценозы, пути нерестовых и нагульных миграций лососей. Опыт мониторинга может быть использован при реализации Плана капремонта МГ на более 30 лососёвых реках Камчатки.

ВВЕДЕНИЕ

В сентябре 2010 г. введён в эксплуатацию магистральный газопровод от УКПП-2 Нижне-Квакчикского ГКМ до АГРС г. Петропавловска-Камчатского (далее – МГ). Строительство МГ началось в августе 2000 г., но с 2003 по 2008 г. оно было заморожено. В связи с вхождением в проект ОАО «Газпром» в 2008 г. строительство продолжилось и завершено с многочисленными нарушениями природоохранного законодательства [Улатов и др., 2010; Введенская и др., 2012].

Строительство в 2009–2010 гг. двух-

ниточного воздушного перехода МГ (далее – ВПМГ) через крупную нерестовую реку – р. Авачу (на 344–345 км трассы МГ) проводило ЗАО «Сибтрубопроводстрой» (г. Новосибирск) по проекту ОАО «Газпром промгаз» (г. Москва). Зимой–весной 2010 г. был возведён ВПМГ на 6 фермах (мостовых балочных строениях) – через главные протоки р. Авачи, на столбчатых эстакадных опорах – через второстепенные протоки и на пойме (рис. 1). Но со стороны пос. Северные Коряки длина основной нитки в надземном



Рис. 1. ВПМГ через долину р. Авачи. На переднем плане – центральные протоки с балочными переходами ВПМГ (фото О. А. Чернягиной, июль 2010 г.)

исполнении оказалась сокращена на 150 м, и прокладка трубы через 2 западные (со стороны правого берега) протоки многорукавного русла р. Авачи на переходе произведена подземным траншейным методом, что не было предусмотрено Проектной документацией 2009 г. [Отчёт, 2010; Дмитриев и др., 2012].

Наши наблюдения показали, что насыпями строительного грунта, отсыпанного в руслах и на пойме, были не только погребены участки берега, поймы и русел, но и созданы непреодолимые преграды на путях миграций

лососей. Функционирование проток в зимний период, как замерзающих, так и незамерзающих, их положение и морфометрические характеристики за 2 года после завершения строительства (2010–2012 гг.) существенно изменились. На некоторых протоках были созданы искусственные гидрологические ловушки, которые в меженный период приводят к массовой гибели покатной молоди лососей. Рекультивация нарушенных земель в пределах водоохранной зоны реки не проводилась.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ИЛИ КАПРЕМОНТ?

Среди прочих проблем, возникших вследствие низкого качества проектно-изы-

скательских (2008–2009 гг.) и строительных (2010 г.) работ, появилась постоянная угроза

размыва береговых опор ВПМГ из-за недоучёта масштабов и степени развития опасных русловых процессов (пойменно-долинное блуждание многорукавного русла, карчеходы, глубокие вертикальные и широкие боковые русловые деформации и т. д.) на р. Аваче. Эти процессы обусловили высокую вероятность повреждений и разрушений трубопровода и его сопутствующей инфраструктуры. Поэтому экологи рекомендовали ремонтно-восстановительные работы с щадящим воздействием на экосистему нерестовой реки [Отчёт, 2010]. Но вместо ремонтно-восстановительных работ на переходе в 2012 г. была выполнена его реконструкция – полный демонтаж ВПМГ и новое строительство подземного перехода МГ (далее – ППМГ).

Во избежание аварийных и предаварийных ситуаций проект реконструкции ВПМГ по документам ОАО «Газпром» был обоснован как «капремонт ППМГ». Реализация Проекта «Газопровод магистральный УКПГ Нижне-Квакчикского ГКМ – АГРС г. Петропавловска-Камчатского. Капитальный ре-

монт подводного перехода через р. Авача на 344–345 км, основная и резервная нитки» началась всего через 1,5 года после пуска МГ и не была предусмотрена в программе и планах газификации Камчатского края [Дмитриев, 2012].

Переустройство (демонтаж) ВПМГ и переукладка трубопровода в подземное положение (методом открытой траншеи) выполнены в марте–мае 2012 г., а сам Проект был закончен к концу февраля 2013 г. после завершения берегоукрепительных работ на основных пойменных протоках реки. В ходе реконструкции в марте–мае 2012 г., так же, как и в 2010 г., на лёд отсыпались насыпи грунта.

В период с декабря 2011 по март 2012 г. перед началом реконструкции из-за интенсивного наледеобразования в западной части долины р. Авачи произошло частичное вмерзание в лёд основной и резервной ниток ВПМГ (рис. 2). Работы по реконструкции ВПМГ через р. Авачу были начаты в начале марта 2012 г. без согласования с СВТУ, без общественных обсуждений и без представ-



Рис. 2. Начало реконструкции воздушного (балочного) перехода МГ через р. Авачу по состоянию на 11.03.2012 г. В западной части долины с декабря 2011 по март 2012 г. шёл процесс интенсивного образования наледей, сопровождавшийся вмерзанием в лёд трубопровода

ления проекта реконструкции участка МГ на государственную экспертизу, что привело к большому спектру нарушений требований природоохранного законодательства. Следствием этого стало возбуждение в отношении газостроителей и проектной организации 5 административных дел (4 дела – СВТУ Росрыболовства, 1 дело – Управлением Росприроднадзора по Камчатскому краю) и судебный иск Камчатского межрайонного природоохранного прокурора № 7-08-02-2012 от 23.10.2012 г. с требованием «восстановить естественный гидрологический режим р. Авачи, нарушенный в результате берегоукрепительных работ с использованием габионов в руслах проток».

К сожалению, несмотря на активное (хотя и запоздалое) вмешательство Камчатского межрайонного природоохранного прокурора и Управления Росприроднадзора по Камчатскому краю повторная государственная экспертиза, необходимая в соответствии с требованиями природоохранного законодательства РФ (в связи с принципиально изменившимися проектными техническими решениями и отступлениями от концепции Проекта), не была назначена и проведена. Отсутствие мер административного реагирования на подобное нарушение создало негативный прецедент в правоприменительной практике в отношении реконструкции МГ.

Проект реконструкции (строительства ППМГ взамен ВПМГ) предусматривал отвод 10,2 га земельных участков в краткосрочную аренду (на период строительства) и 5,28 га земельных участков в долгосрочную аренду (на период эксплуатации). В планах работ по рекультивации предусматривался технический и биологический этапы рекультивации на площади 6,5 га. Вместе с тем, по договору аренды лесного участка № 38 от 01.08.2008 г. и согласно приказу Агентства лесного и охотничьего хозяйства Камчатского края № 120-пр от 01.08.2008 г. под строительство ВПМГ первоначально в аренду отводилось всего 2,92 га за арендную плату 39 455,24 руб. в год.

Проектной и эксплуатирующей организациями работы по переустройству ВПМГ в НПМГ были неправомерно отнесены к категории «капитального ремонта». Согласно действовавшей нормативной базе (п. 14.1 ст. 1 Градостроительного Кодекса РФ № 190-ФЗ от 29.12.2004) эти работы являются «реконструкцией линейного объекта», т. к. для этого потребовалось изменение границ полосы отвода или охранной зоны. А по п. 14.3 ст. 1 Кодекса при «капитальном ремонте линейного объекта» не требуется изменения этих границ. В нашем случае при изменении способа прокладки МГ через водные преграды, согласно п. 4.1. «Правил охраны магистральных трубопроводов» (утв. Минтопэнерго России 29.04.1992 и Постановлением Госгортехнадзора РФ от 22.04.1992 № 9, с изм. от 23.11.1994), меняется ширина охранной зоны: у ВПМГ охранный зона – 25 м от оси трубопровода с каждой стороны, у ППМГ охранный зона – 100 м от оси трубопровода с каждой стороны. Кроме изменения границ охранных зон потребовалось также изменить общую площадь арендуемых земельных участков (с 2,92 до 15,48 га), т. е. изменить границы полосы отвода. По этим признакам замена способа прокладки МГ с воздушного на подземный вариант является «реконструкцией линейного объекта».

Кроме того, строительство ППМГ в траншейном исполнении также противоречило и важнейшим из ранее принятых проектных решений по защите нерестовых рек и среды обитания лососей от предотвращаемого техногенного воздействия и утверждённой концепции Проектной документации МГ, разработанной в 2009 г. и получившей положительное заключение госэкспертизы (утверждённое ФАУ «Главгосэкспертиза России» от 15.11.2010 № 1107-10/ГЭЭ-7056/02), фактически после завершения строительства МГ в части согласованных способов прокладки трубопровода через лососёвые нерестовые реки полуострова.

Необходимо также учитывать, что реконструкция перехода МГ через р. Авачу

потребовала значительных (по данным проектировщиков – 308 млн руб.) финансовых затрат, что примерно в 2,6 раза больше первоначальных расходов (по тем же данным – 110 млн руб.) на строительство ВПМГ. Это неизбежно должно было отразиться на тарифах для потребителей природного газа в Камчатском крае.

С нашей точки зрения, как уже было отмечено выше, необходимо проводить в первую очередь ремонтно-восстановительные работы на МГ во всех случаях там, где произошли аварии или инциденты*. А для выполнения капремонта и реконструкции МГ, а тем более для кардинальной смены Концепции проекта МГ, нужны данные долговременного мониторинга с весомыми гидрологическими, эколого-рыбохозяйственными и экономическими обоснованиями. Перед началом работ после аварий и инцидентов, согласно требованиям Федерального Закона от 21.07.1997 № 116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» и Приказу Госгортехнадзора РФ от 22.08.2000 № 93 «Об утверждении и введении в действие Методических рекомендаций по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах, подконтрольных газовому надзору», необходимо проводить техническое расследование.

МЕТОДИКА И УЧАСТНИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Цель исследований: оценка экологических последствий при строительстве и реконструкции перехода трассы МГ через р. Авачу и рекомендации по минимизации техногенных угроз.

Задачи исследований:

– показать масштабы техногенной нагрузки на водную экосистему для повышения экологической ответственности ОАО «Газпром»,

Если техническое расследование не проводилось, а факт инцидента или аварии документально не подтверждён, недопустимо проводить «капремонты», тем более «реконструкцию линейного объекта» с изменением первоначально согласованных проектных технических решений по способам прокладки МГ через нерестовые реки. Данные работы без согласований СВТУ Росрыболовства, без общественных обсуждений и положительного заключения госэкспертизы проектной документации и результатов инженерных изысканий являются незаконными.

Хотя переустройство ВПМГ через р. Авачу было обосновано эксплуатирующей организацией в 2011–2012 гг. из-за угроз повреждения газопровода, однако реальных инцидентов, аварийных и предаварийных ситуаций, требующих специального технического расследования, на данном переходе МГ не было. Не было и соответствующей претензионной работы со стороны эксплуатирующей организации к проектировщикам и газостроителям.

Даже там, где факт инцидента или аварии подтверждён и проводилось техническое расследование (с документальным оформлением соответствующего акта), проведение работ по «реконструкции линейного объекта» под видом «капремонта» недопустимо, поскольку является нарушением законодательства РФ.

его дочерних и подрядных организаций, улучшения качества строительства, авторского надзора и производственно-экологического контроля, а также степени прозрачности деятельности ОАО «Газпром» для населения Камчатского края;

– привлечь внимание органов власти к экологическим проблемам строительства, эксплуатации и реконструкции наиболее ответственных с позиций экологической без-

* Согласно РД 12-378-00 «Методические рекомендации по классификации аварий и инцидентов на опасных производственных объектах газового хозяйства, подконтрольных газовому надзору» (утв. Приказом Госгортехнадзора РФ от 22.08.2000 г. № 93) к инцидентам относятся повреждения газопроводов, которые не привели к их отключению. К авариям относятся разрушения газопроводов, находящихся в эксплуатации, сопровождающиеся неконтролируемым взрывом и (или) выбросом газа (загазованностью).

опасности участков трассы МГ и минимизации техногенного воздействия на нерестовые реки п-ва Камчатка;

- осуществление комплексного экологического контроля и мониторинга за начатой в марте 2012 г. реконструкцией ВПМГ через р. Авачу;

- предложить элементы проведения общественного экологического контроля и мониторинга состояния участков лососёвых рек в створах пересечения трассой МГ.

Экологический мониторинг в 2012–2013 гг. предусматривал:

- комплексную оценку экологического состояния многорукавного русла и пойменно-долинного комплекса р. Авачи на участке перехода в ходе реконструкции (демонтажа ВПМГ и строительства ППМГ): наличие участков непроектных земляных работ (насыпей грунта, траншей, канав и т. д.), нарушение почвенно-растительного покрова прибрежных биотопов, эффективность берегоукрепительных мер и др. Наблюдения велись с подробным фотографированием местности, водотоков и технических особенностей демонтажа надземных и строительства подземных переходов МГ, а также происходящих природно-техногенных изменений;

- гидрологические работы (измерения мутности водотоков турбидиметром «НАСН 2100Р», измерения ширины русел лазерным дальномером «Nikon Monarch 1200», GPS-позиционирование навигатором

«Garmin 76CSx», нивелирование водной поверхности и отметок дна оптическим нивелиром «Leica NA730») в ходе строительства ППМГ и после выполнения основной части работ в весенний, летний и осенний периоды в пределах участков русловых работ, а также выше и ниже створа пересечения трассой МГ.

Полевые работы на подконтрольном переходе МГ через р. Авачу выполнялись с апреля 2012 по июнь 2013 г. отдельными маршрутами с участием учёных КамчатНИРО, ПАНИ, РГО, руководителя родовой общины «Алэскам», депутата краевого Заксобрания Т. Ф. Романовой. На переходе проводились выездные консультации с ведущими специалистами в области опасных геолого-гидрологических процессов из Института вулканологии и сейсмологии ДВО РАН (д.г.-м.н. И. В. Мелекесцев) и МГУ им. М. В. Ломоносова (к.г.н. С. Р. Чалов).

Натурные обследования выполнены в июле 2012 г. сотрудниками МГУ им. М. В. Ломоносова и КамчатНИРО с построением продольных профилей ряда проток после окончания строительства. Реконструкция положения продольного профиля (по состоянию до 2010 г. – до проведения строительных работ) выполнена на основе методики оценки естественного русла и по материалам обследований экспедициями географического факультета МГУ русла р. Авачи в мае 2007 и в июле 2010 гг.

КРАТКАЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА р. АВАЧИ

В р. Аваче с притоками расположено более 210 га нерестилищ тихоокеанских лососей. В течение года численность и соотношение видов лососей, их пространственное распределение, размерно-весовой, возрастной, половой состав и стадии жизненного цикла в реках существенно меняются. Нерестовый период у лососей продолжается с июля по октябрь (у кижуча – по декабрь-январь включительно), развитие икры в гнёздах – с июня (у ранней нерки) по май (у кижуча). Скат

у видов с коротким пресноводным периодом жизни (горбуша, кета) обычно происходит в мае-июне, у видов с длительным пресноводным периодом жизни (нерка, кижуч, чавыча) в основном приурочен к периоду паводка – июнь-июль, но может задерживаться и на более поздние сроки. Нагуливается молодь лососей, остающаяся в пресной воде на второй год, в течение всего периода с апреля по ноябрь включительно. Зимовку как обособленный период для молоди большинства видов

лососей можно выделить лишь условно. В период низких зимних температур (с декабря по март) у молоди существенно замедляется процесс метаболизма, однако она продолжает кормиться (хотя и с низкой интенсивностью), а та, что мигрирует к выходам грунтовых ключей с относительно тёплой водой, продолжает нагуливаться и расти.

Современная удельная рыбопродуктивность нерестилищ лососей в бассейне р. Авачи – 0,09 кг/м² – примерно в 28 раз ниже максимальной исторической рыбопродуктивности (с 1957 г.) – 2,56 кг/м².

С целью выяснения характера и степени

негативного воздействия на ВБР при строительстве подводного (траншейного) перехода МГ через многорукавное русло р. Авачи КамчатНИРО в феврале 2012 г. подготовил рыбохозяйственный раздел ОВОС к проекту организации строительства. Расчёты показали, что общий прогнозируемый ущерб в натуральном выражении составит более 36,0 т. Стоимость компенсационных мероприятий в ценах 2012 г. – около 2,4 млн руб. Столь низкие показатели ущерба связаны с современной низкой рыбопродуктивностью р. Авачи, которая в настоящее время для тихоокеанских лососей сократилась в 43 раза.

ПОЛЕВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ В ХОДЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ВПМГ ЧЕРЕЗ р. АВАЧУ

Полевые наблюдения были начаты при наличии согласования на переустройство балочно-эстакадного ВПМГ через р. Авачу, выданного СВТУ ФАР в 2012 г. в порядке исключения с учётом современной, крайне низкой рыбопродуктивности данной реки. Обязательным условием согласования была объявлена необходимость повторного проведения исчерпывающих и высокопрофессиональных инженерно-изыскательских (гидрологических, экологических, геологических) исследований с целью наиболее полного учёта в проекте реконструкции масштабов и степени развития опасных природных процессов и техногенных нагрузок функционирования перехода.

Реконструкция ВПМГ через р. Авачу была начата в марте 2012 г. при незавершенных изысканиях на переходе и отсутствии в связи с этим согласования проекта в СВТУ ФАР. В связи с отсутствием согласования все работы на переходе были приостановлены на 2 недели с середины до конца марта и возобновились только в начале апреля 2012 г., после завершения изысканий и получения необходимого согласования от СВТУ ФАР.

Земляные работы (разработка и засыпка траншей, монтаж опор) в руслах протоков р. Авачи выполнялись с начала апреля по начало мая (рис. 3–14). Во время разработки

траншей строители столкнулись с непредвиденными трудностями из-за наличия сезонной мерзлоты в грунтах на берегах и под руслом 2 наиболее крупных протоков (рис. 3, 4). Так, например, разработка траншеи из-под воды в русле и на правом берегу основной левобережной пойменной протоки р. Авачи в зоне развития сезонной мерзлоты осуществлялась и в ночное время. При этом работа даже большого количества техники (4 экскаватора) не давала проектную производительность, в результате увеличивались продолжительность и интенсивность воздействия на речную экосистему. Причём мощность мерзлоты была настолько значительной, что строители были вынуждены приостановить работы экскаваторов, не оснащённых скальными ковшами, и переоборудовать часть экскаваторов гидромолотами для предварительного рыхления грунта. Поскольку работа гидромолотов в русле реки и её водоохранной зоне не была предусмотрена проектом, то в результате ударно-механического воздействия также наносился дополнительный вред водным биоресурсам, не предусмотренный ОВОС.

Данные обстоятельства указывают на недоучёт при подготовке проекта и неполноту инженерно-геологических исследований (выполнялись в начале марта 2012 г.



Рис. 3. Разработка траншеи из-под воды экскаватором, оснащённым скальным ковшом, в русле второстепенной пойменной протоки р. Авачи (в восточной части долины) рядом с действующей (пока ещё не демонтированной) основной ниткой ВПМГ (фото 12.04.2012 г.)



Рис. 4. Разработка траншеи основной нитки МГ из-под воды экскаватором, оборудованным скальным ковшом, в русле основной левобережной пойменной протоки р. Авачи (восточная часть долины; справа на снимке – балка (ферма) действующего (пока ещё не демонтированного) перехода основной нитки ВПМГ (фото 12.04.2012 г.)



Рис. 5. Пойменная (между протоками) часть траншеи в западной части долины р. Авачи с подвешенным трубопроводом основной нитки ППМГ (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 6. Пойменная (между протоками) часть траншеи в западной части долины р. Авачи с подвешенным трубопроводом основной нитки ППМГ (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 7. Засыпка траншеи основной нитки ППМГ на правом берегу главной протоки (центральная часть долины) (фото 18.04.2012 г.)



Рис. 8. Засыпка траншеи основной нитки ППМГ (передний план слева) и перемещение льда через временный мост (задний план справа) (фото 18.04.2012 г.)



Рис. 9. Наполовину демонтированная ферма (балка) ВПМГ и валик обратной засыпки траншеи основной нитки ППМГ через главную пойменную протоку р. Авачи в центральной части долины (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 10. Демонтаж конструкций фермы (балки) ВПМГ через главную и второстепенную протоки р. Авачи в центральной части долины (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 11. Габионы, размещённые на льду (в русле) второстепенной пойменной протоки р. Авачи в центральной части долины в створе перехода 2 ниток ППМГ. На заднем плане – демонтированные конструкции ВПМГ основной нитки (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 12. Габионы, размещённые на льду протоки р. Авачи в центральной части долины (с частичным провалом в русло после распадаения льда) в створе ППМГ. На заднем плане – демонтированные конструкции ВПМГ (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 13. Котлован вокруг эстакадной опоры ВПМГ на свайном фундаменте перед её демонтажом (западная часть долины р. Авачи). По периметру котлована – наледь высотой 2 м, в которую к концу зимы вмёрз трубопровод ВПМГ (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 14. Демонтированная эстакадная опора ВПМГ на столбчатом фундаменте, извлечённая из-под льда (наледи) в западной части долины р. Авачи (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 15. Переезд вброд через русло второстепенной протоки в западной части долины р. Авачи с размещением в русле насыпей грунта и обрезков демонтированного трубопровода ВПМГ (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 16. Принудительно разрушенная экскаватором ледовая переправа через русло второстепенной пойменной протоки в западной части долины р. Авачи. Дальнейшие переезды техники через протоку осуществлялись вброд (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 17. Топливозаправщик, застрявший в расколотом льду разрушенной экскаватором ледовой переправы через русло второстепенной пойменной протоки в западной части долины р. Авачи (фото 27.04.2012 г.)



Рис. 18. Шлейф мутной воды в русле главной пойменной протоки р. Авачи ниже устья второстепенной пойменной протоки (рис. 35, 40–44) в 450 м ниже открытой траншеи ППМГ. Устье протоки перекрыто наледью высотой около 0,5 м (фото 27.04.2012 г.)

ОАО «Камчатгеология») в части наличия сезонной мерзлоты. Одновременно с укладкой труб (рис. 5, 6) проводился демонтаж ферм (рис. 7, 8). При этом были возведены не предусмотренные проектом: 2 временных моста (рис. 9, 10) через главную пойменную протоку (в центральной части долины) и через второстепенную пойменную протоку (в восточной части долины р. Авачи) и 1 поперечная (между главными руслами) траншея – для предполагаемого изменения русла. Демонтаж эстакадных опор ВПМГ на свайных и столбчатых фундаментах сопровождался выемкой грунта (11–14). Ледовые переправы через протоки весной были разрушены и переезды техники

осуществлялись вброд (рис. 15–17). Часть демонтированных труб была смещена с трассы паводком и оказалась на дне [Дмитриев, 2012].

Фактические данные инструментальных измерений шлейфов мутности (рис. 18) в многорукавном русле р. Авачи в апреле 2012 г., т. е. в активную фазу земляных ра-

бот, показали, что при строительстве траншейного перехода глубиной 3,5–4,0 м рассчитанные на стадии ОВОС значения концентраций взвешенных наносов оказались заниженными: по второстепенным пойменным протокам шириной 11–30 м – приблизительно от 4 до 9 раз (фактически 206 и 291 мг/л против расчётных 53 и 30 мг/л), по руслу наиболее крупной пойменной протоки р. Авачи шириной 31,89 м расчётные значения концентраций взвешенных наносов оказались заниженными примерно в 1,5 раза (фактически 14,2 мг/л против расчётных 9,8 мг/л).

Эколого-рыбохозяйственный мониторинг, выполненный в активную фазу рус-

ловых работ по строительству траншейного перехода МГ через р. Авачу и после завершения строительных работ, показал, что рассчитанные в результате моделирования на стадии ОВОС дополнительной техногенной мутности (значения концентраций взвешенных наносов) оказались заниженными для главных протоков в 1,5 раза, для второстепенных протоков – в 4–9 раз. Кроме того, в 3,5 раза оказалась занижена биомасса кормового макрзообентоса на переходе [Введенская и др., 2018]. Таким образом, полученные данные позволили по факту выполнить корректировку прогнозного размера ущерба, рассчитанного на стадии ОВОС, с 36,0 т до 189,4 т, соответственно.

НАРУШЕНИЯ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ МНОГОРУКАВНОГО РУСЛА Р. АВАЧИ И ОСОБЕННОСТИ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ

Засыпка ряда протоков и поверхности поймы непроектными насыпями практически по всей ширине технологического коридора трассы (до 90–100 м) на общей площади более 1 га создало угрозу нарушения путей миграций и стало ловушкой для поклатной молодежи лососей. Данные насыпи уже в 2010–2011 гг. привели к локальным нарушениям естественного гидрологического режима реки: осушению и обмелению отдельных протоков – в межень, перераспределению стока по протокам – в половодье и паводки. Последнее прогнозируемо увеличило расходы и усилило скорости течения воды в крупных протоках под фермами. Это в свою очередь повлияло на глубинный размыв, привело к нарушению продольного руслового профиля как в перекрытых техногенным грунтом второстепенных протоках, так и в главных.

Кроме того, на участке перехода активизировался интенсивный, до 5–10 м/год (в плане), размыв берегов протоков и их русел до 3,5–4,0 м (в глубину), подмыв 9-метровых свайных фундаментов ряда береговых опор ферм ВПМГ. Перед некоторыми свайными опорами ферм и под ними задерживались стволы деревьев и скапливались древесные

заломы, т. е. возникла дополнительная опасность воздействия корчехода на переход во время половодья и паводков. Возникновение древесных заломов могло спровоцировать формирование и рост новых протоков одновременно с отмиранием старых, в результате чего балочные переходы с глубокими (9 м) свайными фундаментами могли оказаться частично или полностью «на суше», а эстакадная часть с неглубокими (1 м) столбчатыми фундаментами – в руслах вновь возникших протоков – с прогнозируемым (в течение одного половодья) разрушением перехода. И это несмотря на то, что Главгосэкспертиза России ещё в 1999 г. акцентировала внимание разработчиков ТЭО МГ на необходимости усиления защиты опор мостов от корчехода, определения мер, препятствующих размыву опор.

Берега главных протоков р. Авачи активно размываются согласно результатам исследований, выполненных гидрологами кафедры гидрологии суши МГУ им. М. В. Ломоносова, скорость горизонтального размыва оценивается от 3–5 м/год до 10–30 м/год (в зависимости от силы половодья). Предельная глубина вертикального размыва на участке перехода МГ составляет 4,5–5,0 м.

Интенсивный размыв русел, переформирование берегов в половодье и аномальные паводки могут привести к возникновению аварийных ситуаций на МГ: разрушению опор переходов – на ВПМГ, вскрытию и в разрушению дюкера – на ППМГ. И в том и в другом случае потребуется выполнение масштабных ремонтно-восстановительных работ, при которых будет оказано существенное воздействие на экосистему нерестовой реки.

Согласно строительным нормам и правилам (СНиП 11-02-96, 2.05.06-85) и регламенту ОАО «Газпром» [Методы и порядок... 1996], предусмотрено проведение исследований опасных плановых и глубинных деформаций русел реки, характера русловых процессов и разработка предложений по защите перехода. При этом срок их давности не должен превышать двух лет до момента строительства, а прогноз опасных русловых деформаций даётся на 25 лет с начала эксплуатации перехода. Несмотря на это при проектировании и строительстве МГ в Проектной документации 2009 г. в составе отчёта об инженерно-гидрометеорологических изысканиях, выполненных ОАО «Камчатгеология» в 2008 г., данные исследования были проведены не в полном объёме, полностью отсутствовал прогноз русловых деформаций. В результате уже в первые 2 года эксплуатации (2010–2011 гг.) проявились ошибки проектирования, обусловленные незавершённостью изысканий 2008 г.

Повторные инженерно-гидрометеорологические изыскания на переходе МГ были проведены специалистами кафедры гидрологии суши МГУ им. М. В. Ломоносова в декабре 2011 г. Повторные инженерно-геологические исследования – в марте 2012 г. Проект реконструкции перехода был выполнен до завершения процесса изысканий, в результате чего проектной организацией ООО «ИВА» пришлось неоднократно менять проектную глубину заложения дюкера ППМГ – с целью соблюдения нормативного погружения трубопровода на глубину 0,5 м ниже профиля предельного размыва речного дна).

После завершения работ по реконструкции перехода с мая 2012 г. по февраль 2013 г. выполнялись работы по укреплению берегов и русел, в ходе которых были использованы габионные сетчатые изделия (ГСИ, матрацы Рено). Данные ГСИ, сооружённые в мае 2012 г. силами проектно-строительной организации ООО «ИВА» в руслах и на берегах правобережных пойменных протоков р. Авачи, установлены с нарушением естественного продольного профиля водотока и функционируют в его русле как искусственное препятствие, приводящее к локальному – на участке перехода – изменению гидрологического режима р. Авачи (рис. 19–20). ГСИ является переливной дамбой, возведённой в створе обратной засыпки над траншеями основной и резервной нитки ППМГ, с возвышением над естественными отметками дна водотоков от 0,3 м до 1,0 м (рис. 23).

Следует отметить, что валик обратной засыпки в русле над непроектным траншейным переходом основной нитки, построенный в 2010 г., был в 2012 г. поднят на ещё более высокие отметки, что в совокупности с действием габионов усилило негативное влияние паводковых вод на переход и прилегающие участки поймы и русла (рис. 19–26). Даже в меженный период (август 2012 г.) скорость течения на искусственных быстротоках достигала 3,5 м/с. В половодье скорость течения, предположительно, могла достигать 5 м/с и выше (рис. 20, 24–26).

В результате завершения работ по возведению траншейного перехода МГ в совокупности с действием берего- и руслоукрепительных ГСИ к концу июля 2012 г. было зафиксировано существенное изменение (нарушение) естественного продольного профиля русел 2 правобережных пойменных протоков р. Авачи.

В результате реконструкции перехода и укрепления ГСИ русла протоков подверглись техногенным изменениям в створе основной и резервной нитки, в пределах межниточного пространства, а также выше и ниже по течению на 30–40 м от укрепленного участка, в ре-



Рис. 19. Габионы в створе основной нитки. В результате нарушения естественного продольного профиля двух правобережных второстепенных проток и плано-высотных отметок прилежащих участков поймы после реконструкции перехода МГ образовались искусственные гидрологические ловушки для молоди лососей, в которых после снижения уровня воды в реке происходила их гибель (фото 16.05.2012 г., начало весенне-летнего половодья)



Рис. 20. Измерение скорости потока в русле одной из двух второстепенных пойменных проток р. Авачи через 4 мес. после завершения строительства ППМГ (реконструкции перехода МГ в траншею): в центре снимка – значительный искусственный перепад в створе габионов над валиками обратной засыпки, на заднем плане слева – блок-контейнер энергоснабжения кранового узла (фото 13.08.2012 г.)



Рис. 21. Демонтаж ранее уложенных габионов в руслах второстепенных пойменных проток р. Авачи по иску природоохранного прокурора (фото декабрь 2012 г.). Экскаватор разравнивает грунт валика обратной засыпки для последующей вторичной укладки габионов над ним



Рис. 22. Повторная укладка габионов, декабрь 2012 г.

зультате чего нарушен естественный русловой продольный профиль обеих проток (рис. 27, 28). Техногенные нарушения в створе укрепления габионными сетчатыми изделиями выразились не только в образовании в руслах искусственных порогов (переливных дамб), но и в возрастании уклонов водной поверхности и перепада глубин рассматриваемых участков русел по сравнению с естественными: в первой (от правого берега) протоке — с 6 до 40 и с 6 до 47 %, соответственно; во второй про-

токе (от правого берега) — с 13 до 86 и с 6 до 40 %, соответственно. Таким образом, в обеих протоках уклоны русла превышены по сравнению с естественными в 6-7 раз, а разница абсолютных естественных отметок дна и верха габионных сетчатых изделий, уложенных в русло, составляет не менее 0,5-0,6 м.

Таким образом, по результатам проведённых в 2012 г. обследований, помимо зафиксированных в 2010–2011 гг. нарушений путей миграций лососёвых рыб и техноген-



Рис. 23. Через год после реконструкции (фото 06.06.2013 г.). Даже после зимнего (декабрь 2012 г.) удаления части грунта из валиков обратной засыпки и углубления габионов в руслах ГТС в половодье продолжает функционировать как переливная дамба-перекат



Рис. 24. Направленный габионами сброс воды с участка русла, укрепленного габионами, на низкую пойму (пойменный чозениевый лес) ниже перехода МГ активизирует размыв правого берега протоки (фото 06.06.2013 г.)



Рис. 25. Быстроток – направленный габионами сброс воды с участка русла, укрепленного габионами, ниже створа ППМГ активизирует регрессивную эрозию (фото 20.06.2012 г.)



Рис. 26. Направленный габионами сброс воды с участка русла, укрепленного габионами, с активизацией глубинного размыва (регрессивная эрозия) ниже перехода МГ (фото 13.08.2012 г.)

ных гидрологических ловушек (заморных обсыхающих водоёмов) в многорукавном русле р. Авачи, были обнаружены новые нарушения, связанные со строительством берего- и руслоукрепительных ГТС (ГСИ). Так, например, в заморных водоёмах-ловушках, не имеющих поверхностной гидравлической связи с ненарушенными участками русла, были обнаружены массовые (несколько сотен экземпляров) скопления разновозрастной молоди лососёвых рыб – преимущественно кеты, гольца, нерки и кижуча, обречённых на гибель в непроточном замкнутом пространстве. При снижении уровня воды при пере-

ходе от весенне-летнего половодья к межени выше участка берего- и руслоукрепительных работ (искусственного ГТС) и в пределах межниточного пространства возникают отшнуровывающиеся водоёмы без поверхностной гидравлической связи с ненарушенными участками русла. В данных отшнуровывающихся водоёмах по экспертным оценкам в 2012 г. могло скопиться и погибнуть несколько тысяч экземпляров молоди лососей. Выявленное нарушение путей миграции лососёвых рыб в створе ППМГ причиняет вред объектам окружающей среды – водным биологическим ресурсам РФ.

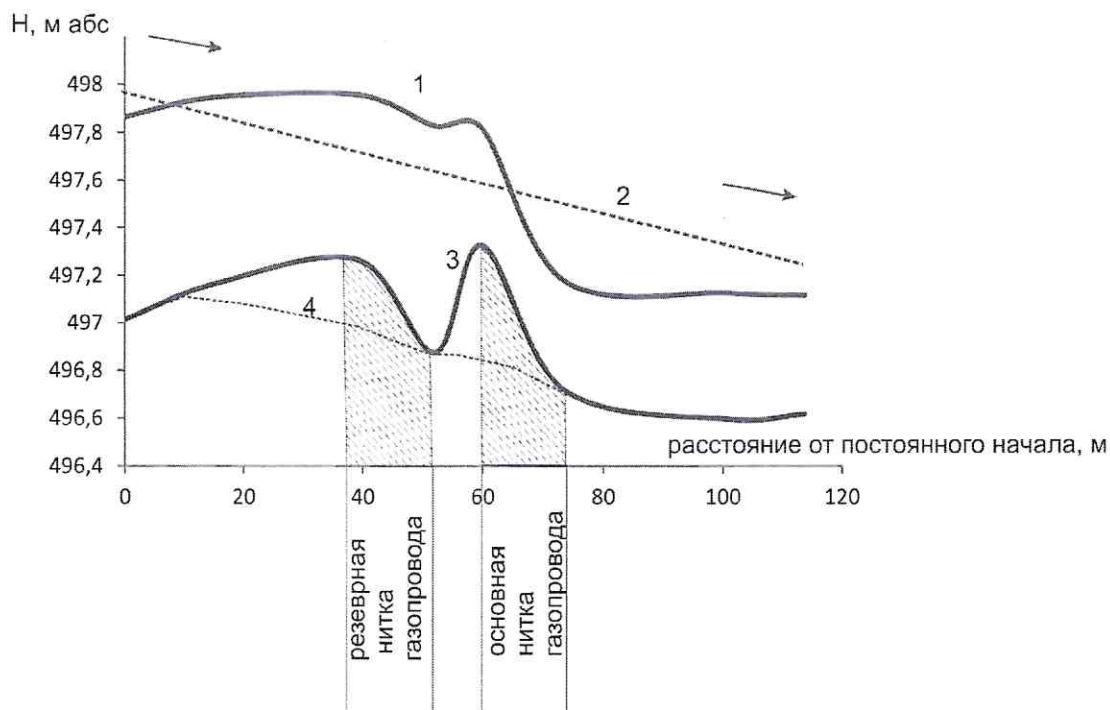


Рис. 27. Продольный профиль водной поверхности и линии наибольших глубин русла первой (от пос. Сев. Коряки) правобережной пойменной протоки р. Авачи. Профиль водной поверхности: 1 – по состоянию на 29.07.2012 г. (после завершения строительства и реконструкции перехода МГ); 2 – естественный до 2010 г. (до начала строительства перехода МГ). Профиль линии наибольших глубин: 3 – по состоянию на 29.07.2012 г. (после завершения строительства и реконструкции перехода МГ); 4 – естественный до 2010 г. (до начала строительства перехода МГ)

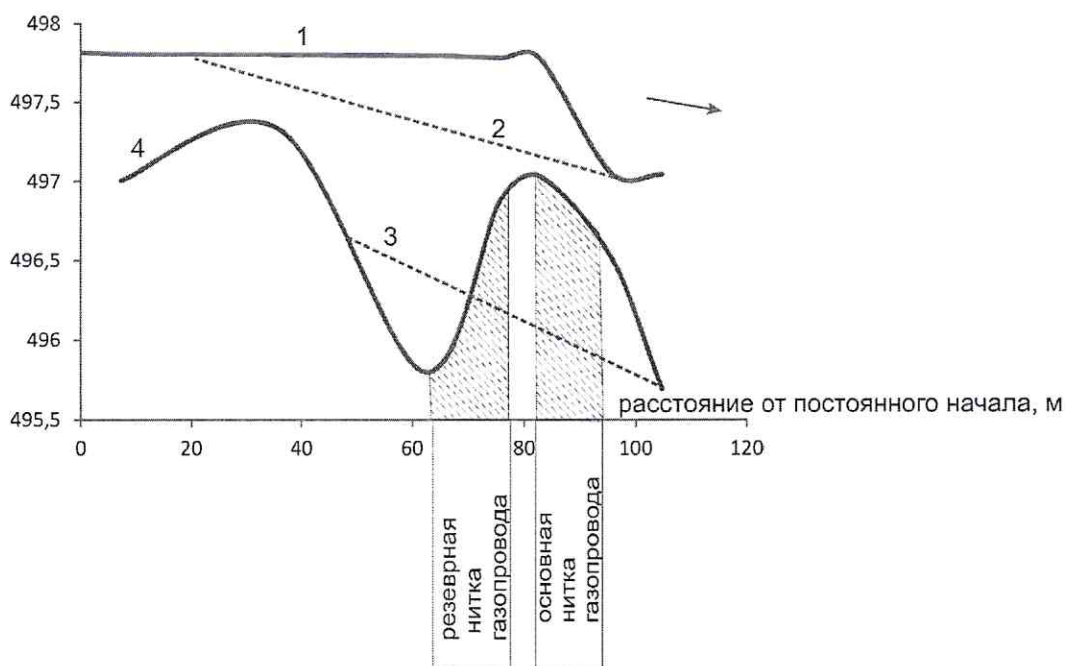


Рис. 28. Продольный профиль водной поверхности и линии наибольших глубин русла второй правобережной пойменной протоки р. Авачи. Профиль водной поверхности: 1 – по состоянию на 29.07.2012 г. (после завершения строительства и реконструкции перехода МГ); 2 – естественный до 2010 г. (до начала строительства перехода МГ). Профиль линии наибольших глубин: 3 – естественный до 2010 г. (до начала строительства перехода МГ); 4 – по состоянию на 29.07.2012 г. (после завершения строительства и реконструкции перехода МГ)

Согласно принятым проектным решениям ООО «ИВА» (том 7 Проекта организации строительства, 01.2012.ППМГ–МООС. Мероприятия по охране окружающей среды) для исключения нежелательных последствий на окружающую среду и предотвращения воздействия на поверхностные и подземные воды от производства работ в русле реки предусматривалось восстановление естественного рельефа берегов и профиля дна реки. Персональная ответственность за выполнение мероприятий, связанных с защитой поверхностных и подземных вод, и соблюдение требований рыбнадзора возлагалась на руководителя производства работ.

Согласно материалам ОВОС нарушение путей миграций и создание техногенных гидрологических ловушек (заморных водоёмов) для молоди лососёвых рыб в русле р. Авачи как отдельный вид техногенного воздействия на лососёвый нерестовый водоток не предусматривалось, поскольку согласно действующей нормативно-методической документации ущерб водным биоресурсам оценивается только в той части, которую невозможно устранить или снизить за счёт выполнения предупредительных рыбоохранных мер. Кроме того, в рамках ПОС ППМГ не была разработана и реализована Программа экологического контроля и мониторинга (ПЭКиМ), рекомендованная КамчатНИРО как обязательная часть Проекта реконструкции, в рамках которой предполагалось участие рыбохозяйственных органов в своевременных эколого-рыбохозяйственных обследованиях и оперативном контроле за процессом строительства. В рамках реализации ПЭКиМ при строительстве ППМГ возможно было полностью исключить нарушение путей миграций и создание техногенных гидрологических ловушек (заморных водоёмов) для молоди лососёвых рыб в русле р. Авачи и других видов дополнительного (сверхпроектного) ущерба.

По иску № 7-08-02-2012 от 23.10.2012 г. Камчатского межрайонного природоохранного прокурора восстановление естественного продольного профиля русел нарушен-

ных пойменных протоков р. Авачи проводилось добровольно силами ООО «ИВА» в декабре 2012 г. Требования прокурора были удовлетворены, решение суда вступило в законную силу. Во избежание причинения дополнительного экологического ущерба указанные работы, в соответствии с рекомендациями КамчатНИРО, выполнялись в период минимальных зимних межених уровней воды (фактически после прекращения поверхностного стока в руслах данных протоков).

Поскольку на участках низкой поймы работы по восстановлению естественных планово-высотных отметок не выполнялись (выполнялись только в русле), то предпосылки для возникновения заморных водоёмов сохранились даже после исполнения иска природоохранного прокурора. ГТС в половодье по-прежнему продолжает функционировать как переливная дамба и создавать искусственный подпор воды на переходе.

На переходе имеются участки с признаками преобладания не только береговых, но и глубинных эрозионных процессов над аккумулятивными.

Как видим, техногенное воздействие на естественный ход выработки продольного профиля равновесия русла р. Авачи чревато негативными последствиями, ибо рост аномальных участков падения русла над и ниже основной нитки МГ приводит к сужению русла, росту расходов и скоростей водного потока, особенно во время паводков, началу размыва дна протоков в полосе отвода ниже основной нитки МГ.

Временные ли это явления? Скорее нет, так как на глубину эрозионного размыва будут влиять и современные тектонические движения.

В итоге за очень короткое время на одной из правобережных протоков р. Авачи ниже основной нитки МГ возник размыв дна протоки глубиной 2,0 м. Эрозионный размыв может регрессивно распространиться вверх по течению и привести к размыву самой газовой трубы, проложенной через эти протоки в траншеях глубиной всего 3,5 м.

ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Ошибки проектирования балочного надземного перехода МГ через р. Авачи возникли из-за незавершённости и неполноты инженерно-строительных изысканий и стали поводом для принятия на уровне Правления ОАО «Газпром» решений о реконструкции отдельных участков трассы МГ после окончания строительства. А затем и принятия Программы капремонта МГ на участках пересечений с реками, предусматривающей на 2013–2015 гг. реконструкцию 10 надземных (6 – в вантовом, 2 – в балочном, 2 – в эстакадном исполнении) переходов через важнейшие в рыбохозяйственном отношении нерестовые реки Западной Камчатки на территории Соболевского и Усть-Большерецкого районов: Колпакова, Большая Воровская, Средняя Воровская, Коль, Пымта, Удова, Правый Кихчик, Киумшичек, Коклянка, Испова. Данная программа предусматривает полный демонтаж на указанных переходах всех надземных участков МГ общей протяжённостью 9,381 км и их переукладку в подземное положение преимущественно методом открытой траншеи [Программа... 2012].

Во избежание аварийных и предаварийных ситуаций на данном участке газопровода по заказу эксплуатирующей организации ООО «Газпром трансгаз Томск» в марте–мае 2012 г. (через 1,5 года после пуска МГ) выполнена реконструкция ВПМГ через р. Авачу (переустройство – демонтаж ВПМГ – и переукладка трубопровода в подземное положение – методом открытой траншеи). Изначально капремонт, а тем более реконструкция, не были предусмотрены в программе и планах газификации Камчатского края. Реконструкция перехода (методом строительства траншейных переходов) потребовала значительных финансовых расходов и обернулась широкомасштабным воздействием на экосистему лососёвой нерестовой реки, нанесла существенный ущерб водным биоресурсам.

Вопреки рекомендациям экологов до принятия решения о реконструкции пере-

хода не были рассмотрены вопросы защиты и усиления элементов ВПМГ как альтернативные строительству ППМГ.

Габионы (матрацы Рено), поднятые над поверхностью поймы на 0,3–0,5 м, являются препятствием на пути водных потоков в период половодий, приводят к подпору воды между нитками и выше перехода, способствуют перетоку воды по трассе, подтоплению леса и подмыву корневой системы деревьев. Это требует внесения корректив в оценку ущербов и мониторинг состояния пойменно-долинного руслового комплекса р. Авачи.

Негативные последствия функционирования ППМГ через р. Авачу проявляются и из-за возведения непроеekтных насыпей грунтов и проектных берегоукрепительных сооружений (ГСИ, матрацев Рено), нарушающих продольный профиль пойменно-руслового комплекса многорукавного русла р. Авачи и пути миграций лососёвых рыб, а также вследствие активизации процессов регрессивной эрозии (последние могут привести к разрушению подводного перехода МГ).

Эколого-рыбохозяйственный мониторинг, выполненный в активную фазу русловых работ по строительству траншейного перехода МГ через р. Авачу и после завершения строительных работ, показал, что рассчитанные в результате моделирования на стадии ОВОС дополнительной техногенной мутности (значения концентраций взвешенных наносов) оказались заниженными для главных проток в 1,5 раза, для второстепенных проток – в 4–9 раз. Кроме того, в 3,5 раза оказалась занижена биомасса кормового макрозообентоса [Введенская, Улатов, 2017] на переходе. Таким образом, полученные данные позволили по факту выполнить корректировку прогнозного размера ущерба, рассчитанного на стадии ОВОС, с 36,0 т до 189,4 т, соответственно.

Опыт, накопленный в рамках ОВОС, мониторинга и строительства МГ показывает, что отказ от прогрессивных бестраншейных

технологий (включая надземные – в вантовом и балочном исполнении, а также подземные – методом микротоннелирования) при строительстве, реконструкции и капремонте переходов МГ через нерестовые реки Камчатки может привести к причинению беспрецедентно крупного ущерба водным биоресурсам, ухудшению экологической обстановки на важнейших лососёвых нерестовых реках страны, к значительным экономическим потерям лососёвого хозяйства полуострова, негативно отразится на показателях экономического роста в Камчатском крае.

Надземные методы прокладки МГ и метод подземного микротоннелирования остаются безальтернативными способами строительства (а также реконструкции и капремонта) переходов МГ через реки высокой рыбохозяйственной значимости, к которым относятся лососёвые нерестовые реки Западной Камчатки, требующие наивысшей степени экологической защиты.

Необходим строгий экологический контроль на всех этапах проектного цикла, а не только на стадии строительных работ. Более того, необходимо широкое информирование общественности и проведение открытых публичных обсуждений Программы капремонта МГ, предусматривающей переукладку в подземное положение всех ВПМГ вантового исполнения и некоторых ВПМГ мостового (балочного) исполнения [Дмитриев, 2013]. Её реализация может привести к значительному увеличению техногенных нагрузок на лососёвые нерестовые реки и причинению очень крупного экологического ущерба, при этом так и не будут достигнуты декларируемые цели повышения промышленной безопасности и надежности МГ, в т. ч. увеличение срока безремонтного периода его эксплуатации.

По результатам выполненных исследований было рекомендовано [Дмитриев, 2012а,б,в,г,д,е, Дмитриев, 2013; Дмитриев,

Казанцева, 2012; Улатов и др., 2010; Улатов, 2012]:

1. Подготовить закон Камчатского края по экологическим требованиям и ограничениям при строительстве, эксплуатации, капремонте и реконструкции МГ в бассейнах лососёвых рек полуострова. Особенно в части обеспечения рыбоохранных мероприятий, бестраншейной проходки под руслами нерестовых рек, рекультивации рыбоохранных зон, оценок ущербов лососёвым ресурсам на всех этапах газификации Камчатского края.

2. Разработать и принять Положение об общественном экологическом контроле в Камчатском крае при взаимодействии с природоохранными структурами.

3. Провести круглые столы с обсуждением планов и проектов капремонта водных переходов МГ, рекультивации трасс газопроводов, размеров и эффективности вложенных средств в природоохранные мероприятия и компенсаций ущерба лососёвым ресурсам и другим компонентам природной среды.

4. При выборе трасс межпоселковых газопроводов и газопроводов-отводов внедрить (с учётом особенностей инженерно-геологического строения) бестраншейные пересечения нерестовых рек Камчатки в виде воздушных переходов, либо подземных методом микротоннелирования и горизонтально-направленного бурения.

5. Создать постоянные (режимные) гидропосты на крупных реках на основе государственно-частного партнёрства, т. е. с участием ОАО «Газпром».

6. Внести коррективы в количественные оценки ущербов лососёвым экосистемам и стоимости затрат на рекультивацию окружающей среды, поскольку нарушения при строительстве водных переходов и активизация опасных экзогенных природных процессов во многом типичны для 266 нерестовых водотоков по трассе МГ.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Введенская Т. Л., Коваль О. О., Логачёв А. Р., Улатов А. В.* Оценка воздействия хозяйственной деятельности на водные биоресурсы и эколого-рыбохозяйственные исследования // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2012. Вып. 25. С. 208–218.
2. *Введенская Т. Л., Улатов А. В.* Антропогенное влияние на лососёвые водотоки в период строительства и эксплуатации магистрального газопровода (Камчатка) // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2018. № 46. С. 53–65.
3. *Дмитриев В.* Построили и начали... капремонт // Рыбак Камчатки. 2012а. № 14. 11 апреля.
4. *Он же.* Станет ли первый капремонт газопровода последним // Там же. 2012б. № 19. 16 мая.
5. *Он же.* Ремонт газопровода на реке Аваче закончен. Далее... по списку? ч. I, ч. II // Там же. 2012в. № 27. 4 июля; 2012г. № 28. 11 июля.
6. *Он же.* Реалии капремонта Камчатского магистрального газопровода // Там же. 2012д. № 36. 5 сент.
7. *Он же.* Спасательный круг для работоспособности Камчатского газопровода // Там же. № 44. 2012е. 31 окт.
8. *Он же.* Открытое письмо губернатору Камчатского края В. И. Илюхину // Там же. 2013. № 7. 20 февр.
9. *Дмитриев В. Д., Казанцева Е. И.* Магистральный газопровод и состояние его рекультивации со стороны Петропавловска-Камчатского // О Камчатке: её пределах и состоянии: Матер. XXIX Крашенинниковских чтений. Петропавловск-Камчатский : Камчат. краев. научн. библ., 2012. С. 88–90.
10. Методы и порядок производственного экологического контроля за строительством и экологических наблюдений на участках действующих подводных переходов магистральных газопроводов (Пособие к РД 51-2-95). М. : Газпром, 1996. 52 с.
11. Отчёт: «Экологический контроль влияния строительства газопровода на лососёвые реки Авача, Колокольниковка и Пиначевская в Елизовском районе Камчатского края». Петропавловск-Камчатский – Раздольный, КП ОКМНС «АЛЭС-КАМ», 2010. 25 с.
12. Программа капремонта магистрального газопровода «УКПГ Нижне-Квакчикского ГКМ – АГРС г. Петропавловска-Камчатского» на участках пересечений с реками (Камчатского ЛПУ ООО «Газпром трансгаз Томск») на 2013–2015 гг.». М., 2012. 5 с.
13. *Улатов А. В.* Влияние способов реконструкции надземных переходов магистрального газопровода на лососёвые нерестовые реки полуострова Камчатка // Сохран. биоразнообр. Камчатки и прилег. морей: матер. XIII межд. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня рождения известного отечественного специалиста в области лесоведения, ботаники и экологии д.б.н. С. А. Дыренкова. Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2012. С. 191–194.
14. *Улатов А. В., Леман В. Н., Логачёв А. Р.* Магистральный газопровод и ресурсы лососей: типичные экологические проблемы // Матер. межд. конф. «Природоохранная деятельность предприятий газовой промышленности» (20–24 декабря 2010 г.). Томск : ООО «Газпром трансгаз Томск», 2010. С. 193–231.