

РАНЖИРОВАНИЕ САХАЛИНСКИХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ ЛОСОСЕВЫХ

**Д. Спрингмейер¹, М. Л. Пинский², Н. М. Портли¹,
Ж. Бонкоски³, П. Рэнд¹**

¹Центр дикого лосося (Портленд, Орегон, США); ² Университет Стэнфорда (Пало Альто, Калифорния, США); ³ Экотраст (Портленд, Орегон, США)

ВВЕДЕНИЕ

Тысячелетиями тихоокеанские лососи играли центральную роль в экономической, социальной и экологической структуре северного Тихоокеанского региона (Schindler et al., 2003; Augerot, Foley, 2005). От Кореи до Калифорнии лососи обеспечивали пропитание жителям побережья, служили источником вдохновения для искусства и культуры, а также формировали основу пищевых цепей и экосистем. Несмотря на эту важную роль, некоторые популяции диких лососей катастрофически уменьшились, многие исчезли, а другие продолжают испытывать стресс из-за разрушения местообитаний, перелова и влияния рыбоводных заводов (National Research Council, 1996; Augerot, Foley, 2005).

Трудно представить, что угрожающие лососям глобальные процессы, включая рост населения человечества и возрастающее использование ресурсов, уменьшатся. Кроме того, многие важные аспекты экологической изменчивости и управления ресурсами лососей, в сущности, непостижимы и непредсказуемы (Mantua, Francis, 2004). В связи с этим необходимы новые подходы к сохранению лососей по всему их природному ареалу, которые позволили бы эффективно справляться с возрастающим числом существующих и будущих угроз. Мы твердо убеждены, что эти подходы должны основываться на стратегии защиты и обеспечения благополучия популяций лососей в международном списке нетронутых речных бассейнов, где могут полноценно обитать лососи и ассоциированные с ними виды.

Реки, природные экосистемы которых по-прежнему функционируют полноценно, и антропогенное воздействие на них минимально, также, по всей вероятности, помогут лососям благополучно пройти через будущие трудные моменты, связанные с климатическими изменениями (Mantua, Francis, 2004). По мере возрастания антропогенного воздействия на водные экосистемы становится все более важной и трудной задача их сохранения. Защита основных пресноводных местообитаний сейчас, пока их экосистемы все еще функционируют и сохраняются в нетронutom виде, является предупреждающей, эффективной, с точки зрения времени вложения затрат, платой за долгосрочную устойчивость. Одним из первых ключевых шагов для достижения этих целей является выполнение комплексной оценки со-

стояния речных бассейнов, чтобы содействовать приоритизации и планированию будущих мер по сохранению лососевых экосистем.

Географические подходы по приоритизации природоохранных действий широко используются для наземных экосистем. Например, Международная организация по охране птиц Birdlife International уделяет большое внимание важнейшим орнитологическим территориям (Important Bird Areas), Международная природоохранная организация Conservation International нацелена на «горячие точки» биоразнообразия, а Всемирный фонд дикой природы (World Wildlife Fund) составил список наиболее важных регионов, получивший название «Глобал 200» (Olson, Dinerstein, 1998; Myers et al., 2000; Eken et al., 2004). В отличие от этого, водным экосистемам систематически уделялось недостаточно внимания в национальной и международной природоохранной деятельности. Конвенция о биологическом разнообразии признала этот факт в 2004 г., особо подчеркнув необходимость «срочно обратить внимание» на внутренние водные экосистемы (Convention on Biological Diversity Conference of the Parties 7, 2004). К настоящему времени разработана Концепция участков управления биоразнообразием водных ресурсов (Aquatic Diversity Management Area concept) для пресноводных регионов (Moyle, Yoshiyama, 1994; Allendorf et al., 1997; Moyle, Randall, 1998), предложено создание заказников для лососей (Rahr et al., 1998; Lichatowich et al., 2000; Rahr, Augerot, 2006), и предпринимаются усилия по определению приоритетов общества по восстановлению запасов лососей в отдельных регионах и для определенных видов (например, планирование восстановления запасов лососей в соответствии с Законом США об исчезающих видах). Мы не знакомы с такими программами на Сахалине, который является ключевым регионом для тихоокеанского лосося.

Центр дикого лосося является лидером в разработке подходов к приоритизации и мер по сохранению речных бассейнов тихоокеанского лосося. Наши первые активные попытки собрать воедино информацию и способствовать расширению международной природоохранной деятельности были представлены в «Атласе тихоокеанских лососей: первая картографическая оценка состояния популяций лососей в северном Тихоокеанском регионе» (Augerot, Foley, 2005). «Атлас» – результат проекта «Статус лосося» (совместной программы Центра дикого лосося и Экотраста). Он был ориентирован на сбор информации от широкого круга международных исследователей с целью составления первых карт, охватывающих весь ареал распределения и областей риска исчезновения чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*), кеты (*O. keta*), кижуча (*O. kisutch*), горбуши (*O. gorbuscha*), симы (*O. masou*), нерки (*O. nerka*) и микижи (*O. mykiss/P. mykiss*). Большая часть оценки видов в этом справочнике основывается на мнении лучших экспертов всего Тихоокеанского региона в области промысловой биологии.

В 2006 г. организации «Центр дикого лосося» и «Статус лосося» начали предпринимать усилия по использованию количественных подходов для приоритизации речных бассейнов разного масштаба – от глобального до регионального. В первую очередь, была проведена оценка в северном Тихоокеанском регионе, результаты которой рассматривались на семинаре в апреле 2006 г. в Портленде, Орегон, США, получившем название «Семинар по оценке сохранения тихоокеанских лососей» (Pacific Salmon Conservation Assessment workshop). В число участников этого семинара вошли представители академической науки, правительственных учреждений и неправительственных организаций трех стран (Канады, России и США).

Схема, разработанная для природоохранной оценки состояния популяций тихоокеанских лососей, предусматривает формирование набора независимых данных, вводимых в стандартную картографическую единицу с использованием ГИС-техноло-

гий. Для данной работы понадобилось составление банка данных по численности лососей, охватывающего практически весь их ареал. Использовались показатели вылова и возврата на нерест, количества нерестовых подходов, присутствия хорошо различимых сезонных рас. Оценивали влияние рыбоводных заводов (измеряемое объемом выпуска), сельского хозяйства и быстрого роста городов, а также воздействие плотин на гидрологическую динамику. В качестве картографической единицы выбран бассейн Hydro-1K basin (United State Geological Survey. Hydro 1k documentation, 2003). Размеры бассейна Hydro-1k в среднем составляют 4000 км². Они были выделены с использованием глобальной модели рельефа с однокилометровым разрешением. Эти единицы бассейнов Hydro-1K были использованы в целях представления основных тенденций в разнообразии лососевых экосистем по всему северному Тихоокеанскому региону (Pinsky et al., in press).

Упомянутый выше анализ PSCA в масштабе северного Тихоокеанского региона представляет собой первичный фильтр для определения водных бассейнов, имеющих большое природоохранное значение, эффективно показывает основные тенденции состояния лососевых на всем протяжении областей их распространения. В частности, данная оценка ясно показала, что южный район острова Сахалин (включая заливы Анива и Терпения) представляет собой глобально значимый район воспроизводства дикой горбуши (*O. gorbuscha*). Также был сделан вывод, что остров имеет относительно богатое видовое разнообразие для северного Тихоокеанского региона, а северная часть его была оценена довольно высоко в части сохранения природных экосистем в связи с небольшим количеством выпускаемой искусственной молоди.

В то же время этот подход имеет недостатки при рассмотрении отдельных речных бассейнов на Сахалине. Мы определили три основных причины, почему применение оценки, использованной для северного Тихоокеанского региона, в масштабе острова Сахалин проблематично:

1) гидрологическая шкала, используемая в оценке северного Тихоокеанского региона, обобщена и позволила поделить остров Сахалин только на 15 единиц Hydro-1K, которые отличались бы друг от друга по природоохранной ценности;

2) методика оценки отдаст предпочтение более крупным бассейнам за счет использования в расчете величины численности лосося, что приводит к искажениям при дальнейшей экстраполяции;

3) некоторые эндемичные виды Азии не были включены в оценку для северного Тихоокеанского региона, в частности сима, сахалинский и сибирский таймени, в связи с отсутствием данных во время проведения оценки.

Все эти причины определяют необходимость проведения регионально ориентированной оценки Сахалина с привлечением местных специалистов. Значение Сахалина для видового разнообразия лососевых поистине глобально. Здесь обитает примерно 50% всего находящегося под угрозой исчезновения сахалинского тайменя. География острова уникальна, так как его экосистемы испытывают воздействие различных видов океанического влияния. Угрозы от браконьерства и добычи нефти и газа несравнимы ни с чем.

Сахалин предоставляет важную возможность улучшения и продвижения нашей методологии. Данная статья в общих чертах описывает подход, примененный к острову Сахалин для приоритизации водных бассейнов на основании ряда критериев, предназначенных для того, чтобы представить специфическую для данного региона их природоохранную ценность для лососевых. Критерии были выбраны исходя из наличия доступной информации и данных по Сахалину. Мы даем краткое описание наших методов, подробно представляем полученные нами результаты ранжирова-

ния и показываем важность наших результатов в контексте природоохранной инициативы, предпринимаемой в настоящее время на Сахалине. Помимо этого, мы уделяем внимание улучшению методики получения будущих оценок, подобно проводившемуся для Сахалина или для других регионов Дальнего Востока России.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Определение границ регионов и речных бассейнов для Сахалина

В качестве основы географической подразделенности территории острова в анализе использована схема экорегионов, границы которых были проведены на основании представлений о воздействии на них различных доминирующих океанических течений. За основу взяты экорегионы IV уровня, согласно «Атласу тихоокеанских лососей» (Augerot, Foley, 2005). К. Ожеро выделила шесть экорегионов IV уровня на острове Сахалин (северный Сахалин, северо-западный Сахалин, западный Сахалин, залив Анива, юго-восточный Сахалин и северо-восточный Сахалин). Внутри этих региональных единиц мы можем приоритезировать водные бассейны, то есть выделить ряд различных по приоритету рек для достижения общих задач охраны и сохранения лососевых.

Внутри экорегионов выделяли отдельные речные бассейны, имеющие независимый сток в океан. Используя модель водных ресурсов ArcHydro (Hersh, Maidment, 2006), разработанную НИИ природных систем (Environmental Systems Research Institute, ESRI, г. Редлендс, Калифорния, США), и данные о рельефе с разрешением 90 м (данные по цифровым высотным отметкам в формате ARC GRID*, доступны по адресу в Интернете <http://srtm.csi.cgiar.org>), мы идентифицировали границы водоразделов 620 рек Сахалина площадью более 5 км². Была выделена подгруппа 217 бассейнов лососевых рек острова Сахалин, по которым у нас имелась информация о распределении отдельных видов лососей (рис. 1, 2). В ходе предыдущих исследований, проводившихся Сахалинрыбводом, выделено 190 из этих речных бассейнов в качестве основных мест воспроизводства лососевых (Атлас Сахалинской области, 1994), а остальные были включены в банк данных Тихоокеанского региона как места, где эпизодически наблюдался нерест (К. Ожеро, Центр дикого лосося, Портленд, Орегон, США, неопубл. данные). Эти 217 рек вовлечены в процедуру приоритезации, и каждый бассейн был причислен к одному из шести лососевых экорегионов IV уровня (см. рис. 1, 2).

Ввод данных и система оценивания

Была создана 100-балльная система для оценивания каждого из 217 речных бассейнов с использованием для этого общего набора критериев. Система оценивания состоит из четырех групп критериев, для каждой из которых приводится общая возможная сумма баллов: видовое биоразнообразие лососей (30 баллов), качество мест обитания в реке (30 баллов), угрозы (30 баллов) и активность общества (10 баллов). Общая цель каждого критерия заключалась в том, чтобы обобщить данные по речным бассейнам, а затем разработать формулу, чтобы оценить все полученные значения по шкале от 0 (минимум) до максимальной суммы баллов. Ниже показано, какие данные были использованы и каковы оказались результаты оценивания для каждого из критериев.

* Файл значений высотных отметок, приуроченных к узлам достаточно мелкой регулярной сети и организованных в виде прямоугольной матрицы, представляющей собой цифровое выражение высотных характеристик рельефа на топографической карте.

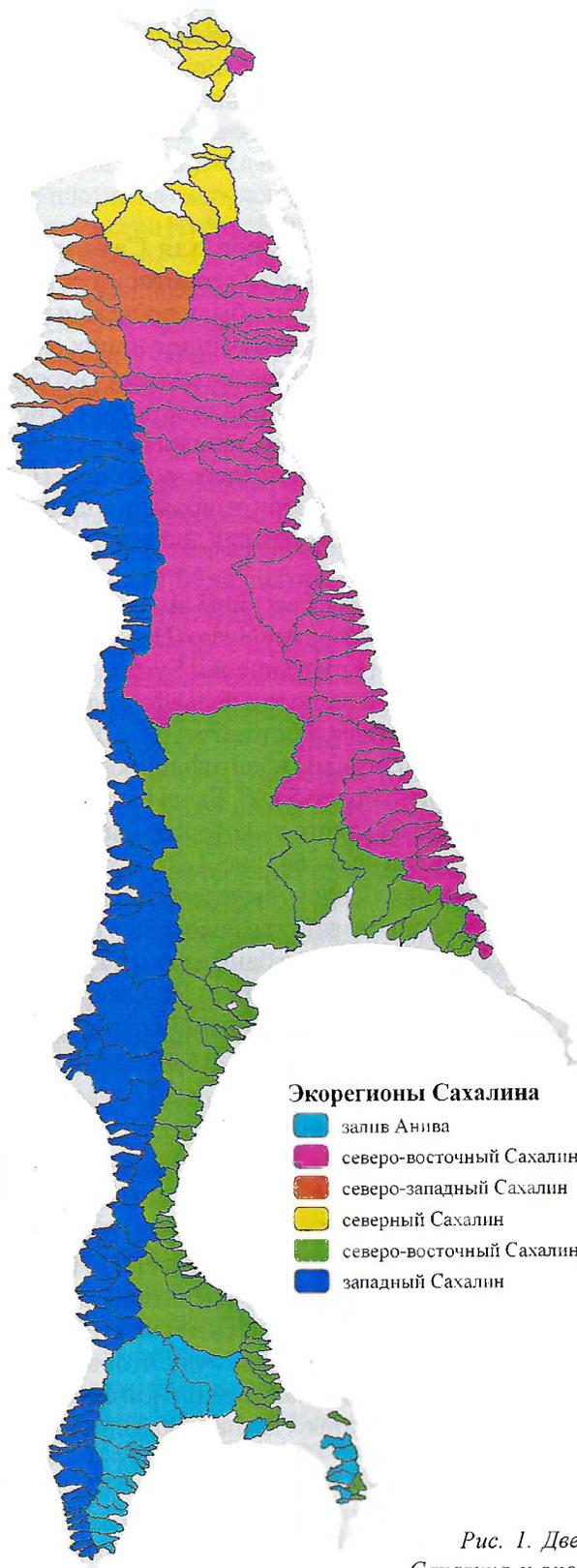
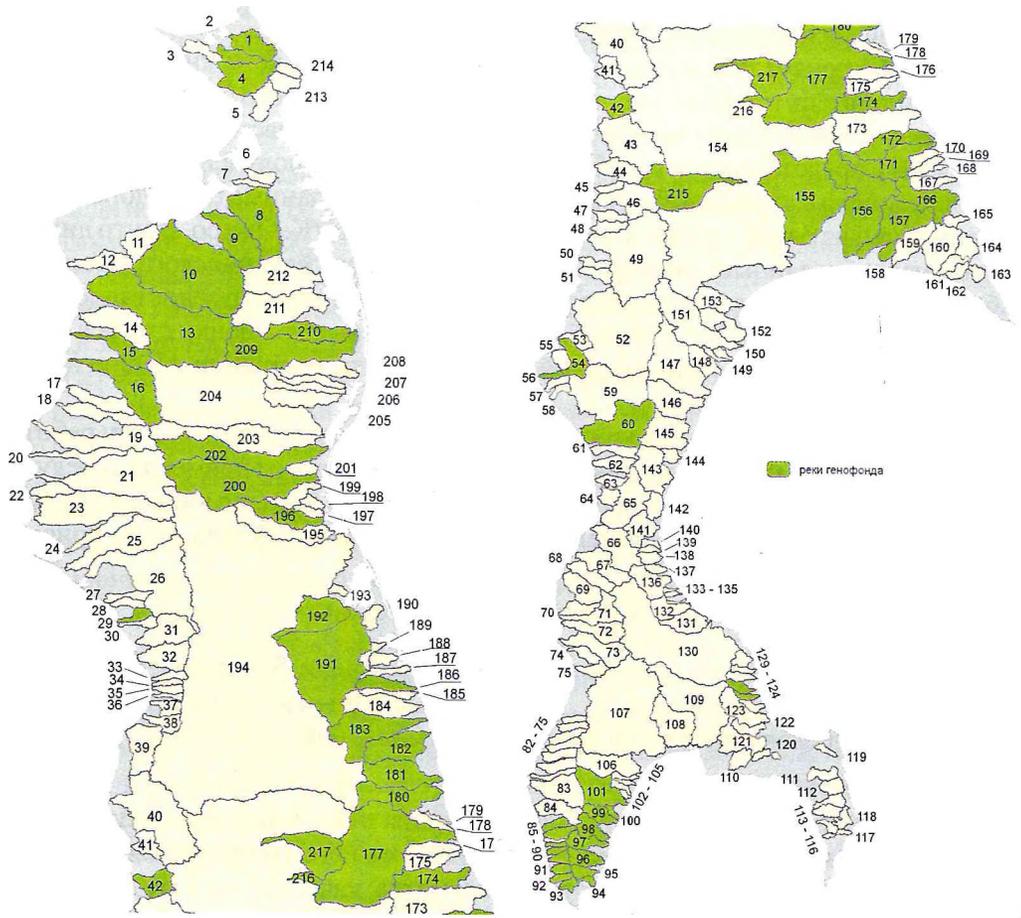


Рис. 1. Двести семнадцать речных бассейнов Сахалина и экорегions IV уровня



№	Река	26	Виахту	135	Кирпичная	166	Нерничья	165	Сурипка
46	Августовка	91	Виндис	121	Комиссаровка	45	Никифоровка	109	Суэя
40	Агьево	160	Владимировка	186	Конги	151	Нитуй	99	Тамбовка
132	Ай	125	Вознесенка	102	Копилка	115	Новиковка	32	Танги
139	Айлар	9	Волчанка	73	Кострома	69	Новоселка	201	Тапауни
59	Айская	89	Вольная	60	Красногорка	36	Нояма	106	Таранай
82	Амурская	144	Восточная	72	Красноярка	207	Нугово	16	Теньги
94	Анастасия	193	Гамалеш	92	Кузнецовка	86	Обутоная	58	Тихая
128	Анна	153	Гастелловка	97	Кура	115	Оленья	142	Тихая
38	Арково	170	Герань	188	Кырлнй	105	Ольшоватка	67	Томаринка
203	Аскасай	159	Голыная	6	Лагуринка	88	Онуеси	199	Томи
39	Б. Александровка	48	Гончаровка	177	Лангери	190	Оркуни	28	Трамбаус
213	Б. Лонгри	90	Горбуша	13	Лангры	55	Орловка	5	Трнто
33	Б. Мачи	148	Горная	23	Лях	215	Орловка	3	Тумь
17	Б. Мыйде	152	Горанка	131	Лебязья	208	Оссой	150	Туровка
134	Б. Подлесная	7	Грануха	146	Лесная	114	Островка	25	Тык
175	Б. Хузи	200	Датя	49	Лесогорка	123	Очепуха	194	Тынь
140	Баклановка	195	Джимдан	80	Ловенская	210	Парамай	214	Тюма
198	Баури	2	Диаповская	145	Лозовая	61	Парусная (Утау)	21	Уганя
129	Бахура	157	Длинная	83	Лопатинка	66	Пензенская	52	Улегорка
62	Белинская	162	Дмитриевка	85	Луговка	42	Первая речка	119	Ударинка
44	Белкина	163	Долгая	107	Лютога	167	Песковская	98	Ульяновка
137	Бергосвая	124	Долинка	197	М. Вени	43	Пилевка	101	Урум
169	Березовка	27	Дорофеевка	206	М. Горомай	173	Пиленга	136	Фирсовка
172	Богатая	138	Дуанка	34	М. Мачи	4	Пильво	174	Хой
19	Бол. Вагис	117	Евстафьевка	133	М. Подлесная	184	Пильги	216	Холодный
205	Бол. Горомай	63	Енисейская	30	М. Уанди	209	Пильтун	31	Хоэ
10	Большая	158	Желтая	176	М. Хузи	74	Пионерская	108	Чунай
8	Большая Нельма	126	Жуковка	147	Макарова	20	Погоби	183	Чамгу
29	Большая Уанди	78	Заветинка	100	Малая Тамбовка	122	Полорожка	118	Черная
196	Большой Вени	93	(Сокольникови)	35	Мангайдай	54	Покосовая	68	Черная Речка
178	Бора	76	Замирайловка	141	Мануй	11	Полнишка	71	Чеховка
103	Бочинка	113	Зырянская	149	Марковка	154	Поронай	14	Чингай
87	Брусничка	113	Игриная	185	Мачнги	104	Починка	116	Чиркова
161	Быстрая	18	Иселев	171	Мелкая	47	Просторная	179	Шатун
111	Вавай	63	Изылметьевка	110	Мерей	143	Пугачевка	84	Шемкевича
191	Вазн	55	Ильинка	95	Могучи	181	Пури-Пурш	112	Эвай
204	Вал	56	Ичара	192	Набиль	15	Пырьки	202	Эвай
1	Валовская	211	Надыланьн	51	Надеждинка	37	Рожественка	64	Эвай
217	Вальза	81	Казачка	130	Найба	70	Рудановского	75	Яблочная
22	Ванга	120	Казачка	41	Най-Най	156	Рухтама	168	Ягодная
24	Варнак	77	Калинка	96	Найча	212	Сабо	79	Ясноморка
180	Венгери	50	Каменка	182	Нампи	127	Сима	189	Ясынге
164	Весовая	187	Кири	12	Наниво	57	Старша		

Рис. 2. Расположение 217 бассейнов лососевых рек

Видовое разнообразие лососевых

Данные о присутствии шести видов лососей (горбуша, кета, кижуч, сима, сахалинский таймень и сибирский таймень) для каждого речного бассейна брали из приложения к атласу Сахалинской области (Сахалинская область: географический очерк, 1994), представляющего собой подборку сведений, полученных в результате проведенного Сахалинрыбводоом исследования. Эти данные были дополнены информацией из банка данных Тихоокеанского региона (К. Ожеро, Центр дикого лосося, неопубл. данные). Информация о распределении сахалинского тайменя и сибирского тайменя взята из неопубликованных данных, предоставленных С. Н. Сафроновым из СахГУ, и опубликованных данных из оценки статуса сахалинского тайменя для международной Красной книги (International Union for the Conservation of Nature, 2006).

Для этого и последующих критериев оценивания, включенных в эту работу, мы разработали шкалу оценок. Для видового разнообразия мы применяли следующую формулу, в результате которой получили значения от 0 (где виды не присутствовали) до максимального значения 30 баллов (для тех случаев, когда присутствовали все шесть видов):

$$S_{Rscore} = (S_R / S_{Rmax}) * 30,$$

где S_{Rscore} – оценка видового разнообразия для каждой реки, S_R – количество видов, присутствующих в каждой реке, S_{Rmax} – самый высокий показатель видового разнообразия, наблюдавшийся в отдельной реке на Сахалине.

Местообитание

При помощи критерия качества мест обитания в системе оценивания мы попытались обратить внимание на ненарушенность экосистем и процессов, происходящих в них, используя для этого четыре параметра: качество нерестилищ, плотность нерестилищ в бассейне, пересеченность речных бассейнов трубопроводами и дорогами. Каждый из этих четырех параметров был равным образом оценен (максимум 7,5 баллов для каждого, в сумме достигая общей оценки 30 для речных местообитаний). Ниже приведено описание источников данных для каждого из этих четырех параметров.

Показатели качества нерестилищ были взяты из приложения к атласу Сахалинской области (Сахалинская область: географический очерк, 1994). Эти данные были получены во время визуальных съемок, проводившихся Сахалинрыбводоом, и позволяют оценить качество нерестовых участков как «хорошее», «среднее» или «плохое». Бассейны с хорошими нерестовыми участками получили показатель 3 за качество нерестилищ, со средним качеством – 2, а с низким – 1. Эти значения были использованы в следующей формуле:

$$S_{Qscore} = (S_Q / 3) * 7,5,$$

где S_{Qscore} – оценка качества нерестилищ для каждой реки, S_Q – показатель качества нерестилищ для каждой реки, 3 – самый высокий возможный показатель физического качества нерестилищ для каждой реки Сахалина.

Визуальные съемки, проводившиеся Сахалинрыбводоом, также позволили получить показатели площади нерестилищ. Площадь нерестилищ определялась путем умножения общего количества километров реки, используемых нерестящимся лососем, на среднюю ширину реки. Считается, что такая оценка лучше всего представляет нерестовый фонд для горбуши. Для того, чтобы нормализовать

показатели площади нерестилищ для сравнения разных бассейнов, значения площади нерестилищ поделили на общую площадь бассейна. Параметр плотности был оценен по шкале от 0 до 7,5 баллов с помощью следующей формулы:

$$S_{Dscore} = [(S_A / B_{km^2}) / D_{Max}] * 7,5,$$

где S_{Dscore} – оценка удельного нерестового фонда для каждой реки, S_A – значение площади нерестилищ, B_{km^2} – общая площадь речного бассейна, выраженная в квадратных километрах, D_{Max} – максимальный показатель насыщенности бассейна нерестилищами для 217 речных бассейнов, прошедших оценку. Максимальный показатель насыщенности бассейна нерестилищами (D_{Max}) был получен для реки Кура в заливе Анива ($1527,8 \text{ м}^2/\text{км}^2$).

Пересеченность речных бассейнов трубопроводами и дорогами, проходящими над главными руслами, притоками рек и под ними, разделяет на части бассейны рек и воздействует на нормальное функционирование экосистемы. Пересеченность трубопроводами представляет собой дополнительную опасность в виде аварийных выбросов нефти и газа непосредственно в районы местообитаний лососей. Количество проложенных дорог и трубопроводов, следовательно, является полезным индикатором качества местообитаний. Данные по дорогам и трубопроводам в ГИС-формате были предоставлены базирующейся на Сахалине неправительственной организацией «Экологическая вахта Сахалина» (ЭВС) и подтверждены результатами спутниковой съемки Landsat 7. Данные по гидрологии водотоков также были предоставлены ЭВС, которая оцифровала данные атласа Сахалинской области в формате ГИС по шкале 1:200,000 (Атлас Сахалинской области, 1994).

Мы нормализовали данные по дорожной пересеченности, разделив количество дорожных пересечений в данном бассейне на площадь бассейна. Эти показатели затем оценили по шкале от 0 до 7,5 баллов, используя следующую формулу:

$$S_{RCscore} = [1 - ((S_{RC} / B_{km^2}) / S_{RCDmax})] * 7,5,$$

где $S_{RCscore}$ – оценка плотности пересеченности реки дорогами, S_{RC} – количество пересечений реки дорогами внутри речного бассейна, B_{km^2} – общая площадь бассейна в квадратных километрах, S_{RCDmax} – максимальная плотность пересеченности оцениваемых рек дорогами. Максимальный показатель плотности пересеченности (S_{RCDmax}) был получен для реки Тапауни на северо-восточном Сахалине (0,41 пересечений на один квадратный километр). Следует обратить внимание, что эта шкала показателей является инверсионной, указывающей на то, что чем выше плотность пересеченности дорогами, тем ниже будет конечная оценка, используемая для приоритизации.

Показатели плотности пересеченности трубопроводами получали аналогично показателям плотности дорожной пересеченности. Мы использовали следующую формулу для оценки этого параметра:

$$S_{PCscore} = [1 - ((S_{PC} / B_{km^2}) / S_{PCDmax})] * 7,5,$$

где $S_{PCscore}$ – оценка плотности пересеченности реки трубопроводами, S_{PC} – количество пересечений реки трубопроводами внутри речного бассейна, B_{km^2} – общая площадь бассейна в квадратных километрах, S_{PCDmax} – максимальная плотность пересеченности оцениваемых рек трубопроводами. Река Большая Подлесная на юго-восточном Сахалине показала самое высокое значение для этого параметра ($S_{PCDmax} = 0,18$ пересечений на один квадратный километр). Эта шкала показателей тоже является инверсионной.

Угрозы

Данный критерий в системе оценивания определяет величину существующих угроз для нынешнего и будущего функционирования природных экосистем лососевых рек. Несмотря на то, что существует много потенциальных угроз, мы были вынуждены сосредоточить наше внимание лишь на двух, для того чтобы оценить величину параметра для всей территории острова. Две угрозы, на которые было обращено внимание в данной оценке, – это влияние рыбоводных заводов и браконьерство. Эти две угрозы равным образом оценивались в нашем исследовании. Каждая была оценена по шкале от 0 до 15, в сумме достигая максимальной оценки 30 баллов для одного исследуемого бассейна.

Чтобы получить показатели по влиянию рыбоводных заводов, мы рассматривали два разных фактора: расстояние до ближайшего рыбоводного завода и общее количество рыбоводных заводов в пределах стрейнгового расстояния для каждого вида. Термин «*стрейнг*», используемый в данной статье, относится к степени постоянства, с которым лосось возвращается в свою родную реку. В ряде исследований было документально зафиксировано, что не все лососи возвращаются в свою родную реку или к месту выпуска молоди с рыбоводного завода после периода нагула в океане. Мы полагались на опубликованные показатели по стрейнговым расстояниям, приведенные в качестве наиболее вероятной «зоны возврата» в пределах определенного расстояния от устья реки. Расстояние до ближайшего рыбоводного завода и влияние стрейнга равным образом оценивались в нашем исследовании, оба параметра были оценены по шкале от 0 до 7,5, в сумме достигая максимальной оценки 15 баллов.

Информация по расположению рыбоводных заводов и выпускаемым в этих местах видам была взята из банка данных «Статуса лосося» по рыбоводным заводам (State of the Salmon. North Pacific Hatcheries Database, 2006). Мы разработали матрицу значений, представляющих расстояния вдоль береговой линии, отделяющие устья реки каждого бассейна, имеющего рыбоводный завод (независимо от вида лососей), от всех других устьев рек на острове. Для каждого оцениваемого бассейна мы затем определяли расстояние до ближайшего бассейна с рыбоводным заводом. Затем мы оценили это расстояние по шкале с помощью следующей формулы:

$$H_{\text{Dscore}} = (HD_{\text{Near}} / HD_{\text{Max}}) * 7,5,$$

где H_{Dscore} – оценка близости рыбоводного завода, HD_{Near} – расстояние до ближайшего рыбоводного завода, HD_{Max} – максимальное расстояние, отделяющее речной бассейн без рыбоводных заводов от речного бассейна с рыбоводным заводом. Мы определили, что это максимальное расстояние (HD_{Max}) составляет 953 км, представляя расстояние вдоль береговой линии, отделяющее реку Полищука от рыбоводного завода на реке Тымь. Реки, на которых расположены рыбоводные заводы, получили по 0 баллов.

Мы применили упомянутую выше матрицу расстояния, чтобы подсчитать количество рыбоводных заводов в пределах стрейнгового расстояния от каждого оцениваемого бассейна для отдельных видов. Определили ряд количественных порогов для отдельных видов, выше которых стрейнг не принимается в расчет. Предположили, что пороги стрейнгового расстояния будут выше для горбуши и кеты (400 км), по сравнению с кижучем и симой (150 км), на основании различий в их миграционном поведении. Эти данные взяты из обзора (McElhany et al., 2000). Затем эти показатели оценили по шкале, используя следующую формулу:

$$H_{\text{Score}} = [((1 - \text{PHatch}/M_{\text{PS}}) + (1 - \text{ChHatch})/M_{\text{CS}}) + (1 - \text{MHatch})/M_{\text{MS}} + (1 - \text{CoHatch})/M_{\text{COS}}] / 4 * 7,5,$$

где H_{Score} – оценка влияния стрейнга для речного бассейна; PHatch, ChHatch, MHatch и CoHatch – количество рыбоводных заводов в рамках порогов стрейнга для горбуши, кеты, симы и кижуча соответственно; M_{PS} , M_{CS} , M_{MS} , M_{COS} – максимальное количество рыбоводных заводов в пределах стрейнгового расстояния от устья реки для горбуши, кеты, симы и кижуча соответственно. Значения M (максимальное количество рыбоводных заводов в пределах стрейнгового расстояния) различались по видам, с максимальными значениями: 11 – для горбуши (реки Казачка, Черная, Ударница и Евстафьевка на юго-восточном Сахалине), 13 – для кеты (река Вавай), 1 – для симы (49 рек) и 3 – для кижуча (река Черная). Эта шкала показателей является инверсионной, указывающей на то, что чем больше количество рыбоводных заводов в пределах стрейнгового расстояния для конкретных видов, тем ниже будет конечная оценка.

Браконьерство оценивали для каждого речного бассейна посредством экспертной оценки и подсчета. Игорь Быстров, директор Центра прибрежного рыболовства и промысловой разведки Сахалинской областной администрации, оценил степень браконьерства для 54 из 217 оцениваемых рек. И. М. Быстров использовал шкалу от 1 до 5, показывающую степень браконьерства от минимальной до максимальной. Была использована следующая формула для определения степени браконьерства по шкале от 0 до 15 баллов на основании расчетов И. М. Быстрова:

$$P_{\text{Score}} = [1 - (B_R/5)] * 15,$$

где P_{Score} – оценка степени браконьерства для речного бассейна, а B_R представляет данные экспертной оценки И. М. Быстрова. Для того чтобы определить B_R для рек, не прошедших оценку И. М. Быстрова, были рассчитаны средние значения показателей И. М. Быстрова для каждого из 10 муниципальных образований (районов) острова Сахалин (56 рек, о которых шла речь выше, были расположены в 10 из 15 муниципальных образований острова Сахалина). Средние значения были затем применены к рекам в тех муниципальных образованиях, которые не прошли оценку. Оценка степени браконьерства для рек, расположенных в тех муниципальных образованиях, где И. М. Быстров не проводил эту оценку (Долинский, Макаровский, Тымовский, Холмский и Южно-Сахалинский районы), проводилась на основании средних значений для граничащих с ними округов. Следует обратить внимание, что эта шкала является инверсионной, указывающей на то, что чем выше степень браконьерства, тем ниже будет конечная оценка.

Активность общественной деятельности

Общественный критерий оценки состоял в определении количества местных организаций, проявляющих интерес к природоохранной деятельности или участвующих в ней в пределах каждого бассейна, с использованием шкалы от 0 до 10, при этом оценка 10 свидетельствовала о самом активном участии со стороны общества. Общественный критерий составляли четыре параметра: наличие организаций, заинтересованных в охране природы (3), наличие научно-исследовательских станций (3), наличие мест проживания коренных народов (3) и наличие проектов по экотуризму (1). Все эти параметры получали положительную оценку в случае их наличия.

Заинтересованными в охране природы мы считаем организации или группы (экологические неправительственные организации, образовательные экологические

курсы, коммерческие рыболовные ассоциации и т. п.), которые уже активно участвуют в природоохранной деятельности, а также группы, проявляющие заинтересованность в сохранении лососей и обладающие хорошим потенциалом для участия в будущих природоохранных мероприятиях (клубы рыболовов-любителей, рыболовные компании, осознающие проблемы окружающей среды и т. д.). Директор Экологической вахты Сахалина Дмитрий Лисицын, уже более 10 лет занимающийся природоохранной деятельностью, сделал обзор этих 217 бассейнов и определил наличие или отсутствие таких участников, заинтересованных в охране природы. Бассейны, где были такие заинтересованные участники, получили 3 балла.

Научно-исследовательские станции Сахалинрыбвода и СахНИРО, при наличии их в бассейне, получали 3 балла. Данные были взяты из банка данных Тихоокеанского региона (К. Ожеро, Центр дикого лосося, неопубл. данные). И. М. Быстров предоставил список рек, в пределах бассейнов которых или поблизости от них проживают коренные народы и действуют проекты по экотуризму. Бассейны, расположенные вблизи проживания общин коренных народов, получили по 3 балла, а при наличии проектов по экотуризму – по 1 баллу.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты расчетов представлены двумя разными способами: 1) итоговые балльные оценки речных бассейнов по группам (разнообразии лососевых, местообитание, угрозы и активность общества); и 2) итоговые оценки ранжирования каждого речного бассейна на всей территории острова и внутри экорегионов.

Видовое разнообразие лососей

Разнообразие лососевых внутри данного речного бассейна на Сахалине варьировалось от минимального значения (один вид) до максимального (шесть видов) (рис. 3). Все шесть видов лососевых, рассматриваемых в данном исследовании (кета, горбуша, сима, кижуч, сахалинский таймень и сибирский таймень) являются симпатрическими видами только в одном речном бассейне на Сахалине – бассейне реки Лангры. Следовательно, река Лангры была единственной рекой, получившей оценку 30 баллов за биоразнообразие лососевых. Бассейны других 41 рассматриваемой реки получили оценку 25 баллов в результате присутствия в них пяти видов. Остальные рассматриваемые 86 рек содержали четыре вида, 37 рек содержали 27 видов, и 25 рек содержали только один вид.

Местообитание

Четыре вида исходных данных были использованы для описания условий местообитания лососевых на Сахалине (качество нереста, плотность нерестилищ, пересеченность дорогами и трубопроводами). Качество нереста было оценено как хорошее в 34 бассейнах, среднее в 169 бассейнах и низкое в 14 бассейнах (рис. 4). Это выразилось в оценках 7,5, 5 и 2,5 баллов соответственно. Для тридцати речных бассейнов была применена средняя балльная оценка в связи с отсутствием данных. Речные бассейны с хорошим качеством нереста были равномерно распределены по всему острову, часто в группах из двух–четырех расположенных по соседству друг с другом рек. Семь рек одной большой группы на северо-восточном Сахалине, простирающейся от реки Кири на юг к реке Пурш-Пурш, были оценены как имеющие хорошее качество.

Плотность нерестилищ внутри бассейнов значительно различалась по регионам и по рекам (рис. 5). Среди рек плотность составляла от 1,1 м²/км² (река Кадылани на северо-восточном Сахалине) до 2836,5 м²/км² (река Тюми на северном Сахалине, где нерестовые бугры занимают 0,2% площади субстрата основного русла).

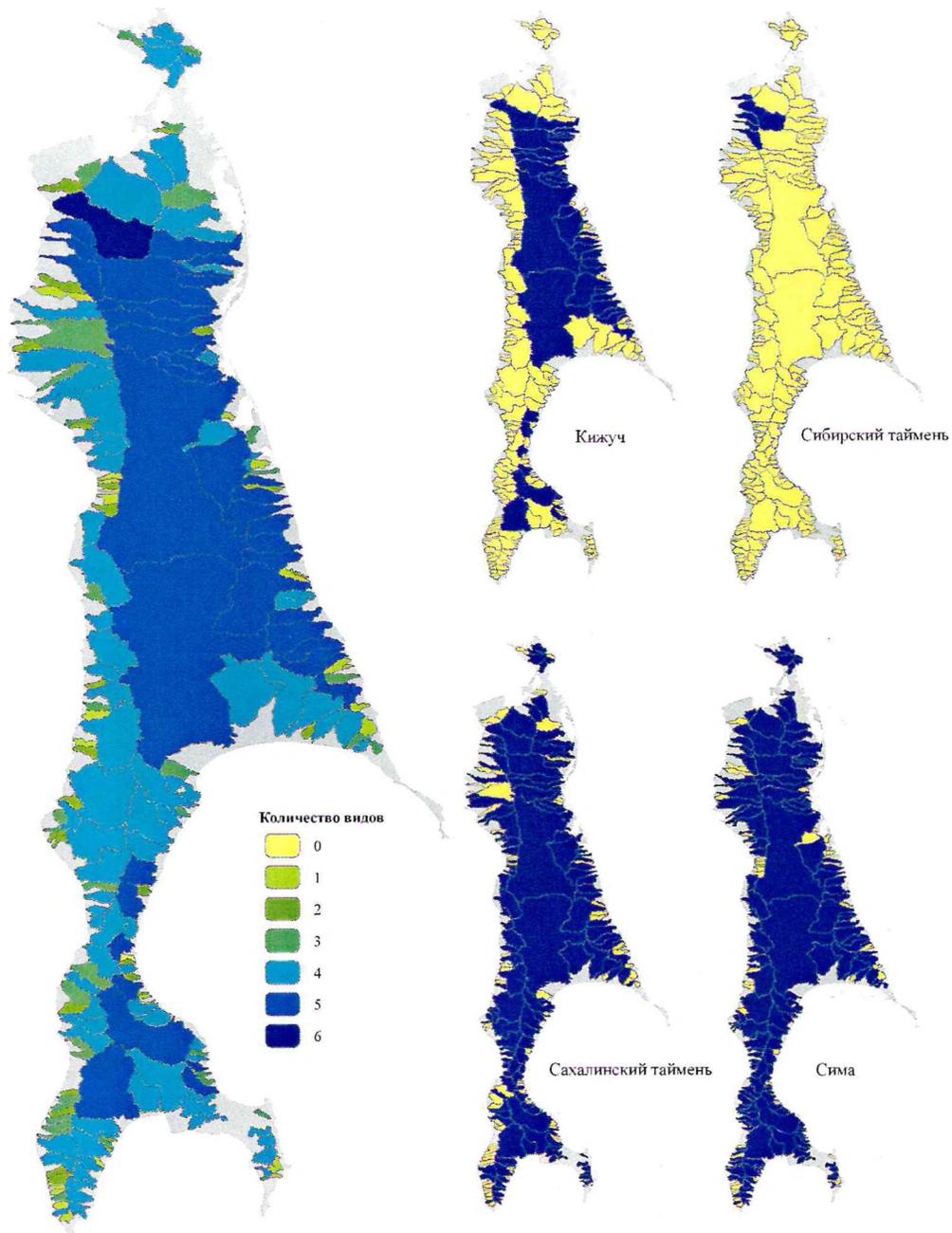


Рис. 3. Количество видов в сахалинских речных бассейнах, с отдельными картами для кижуча, тайменей и сима

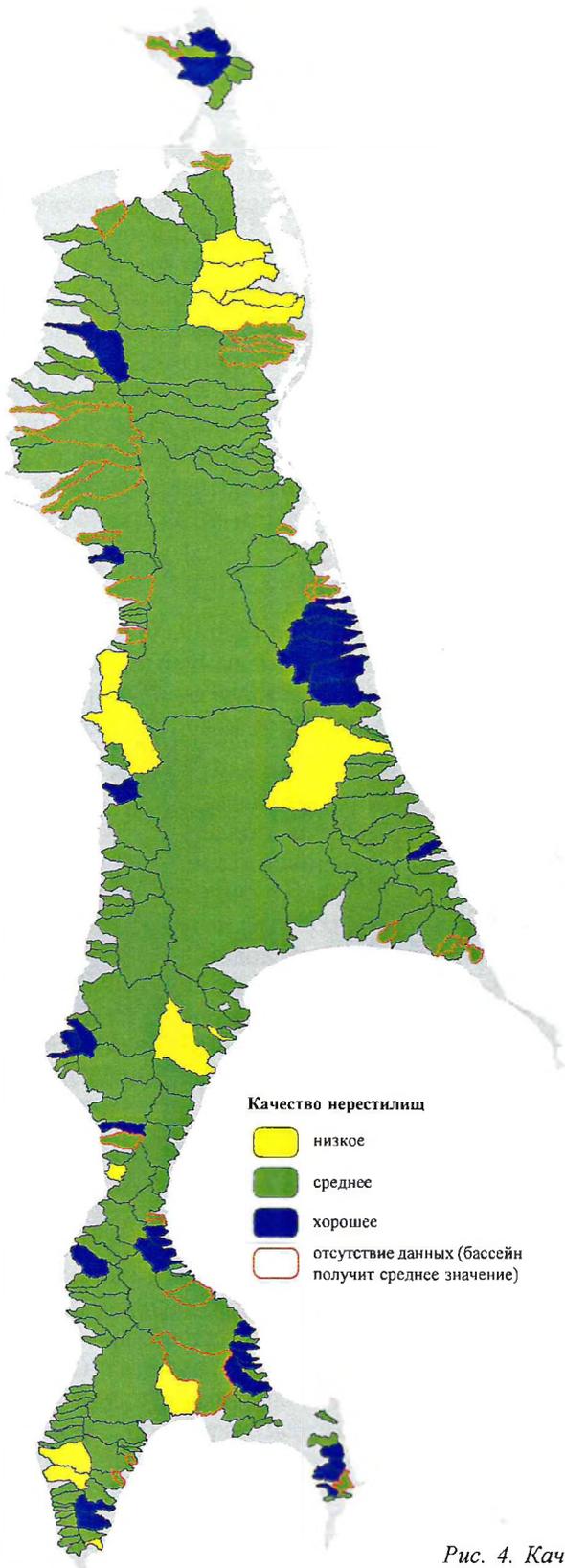


Рис. 4. Качество нерестилищ

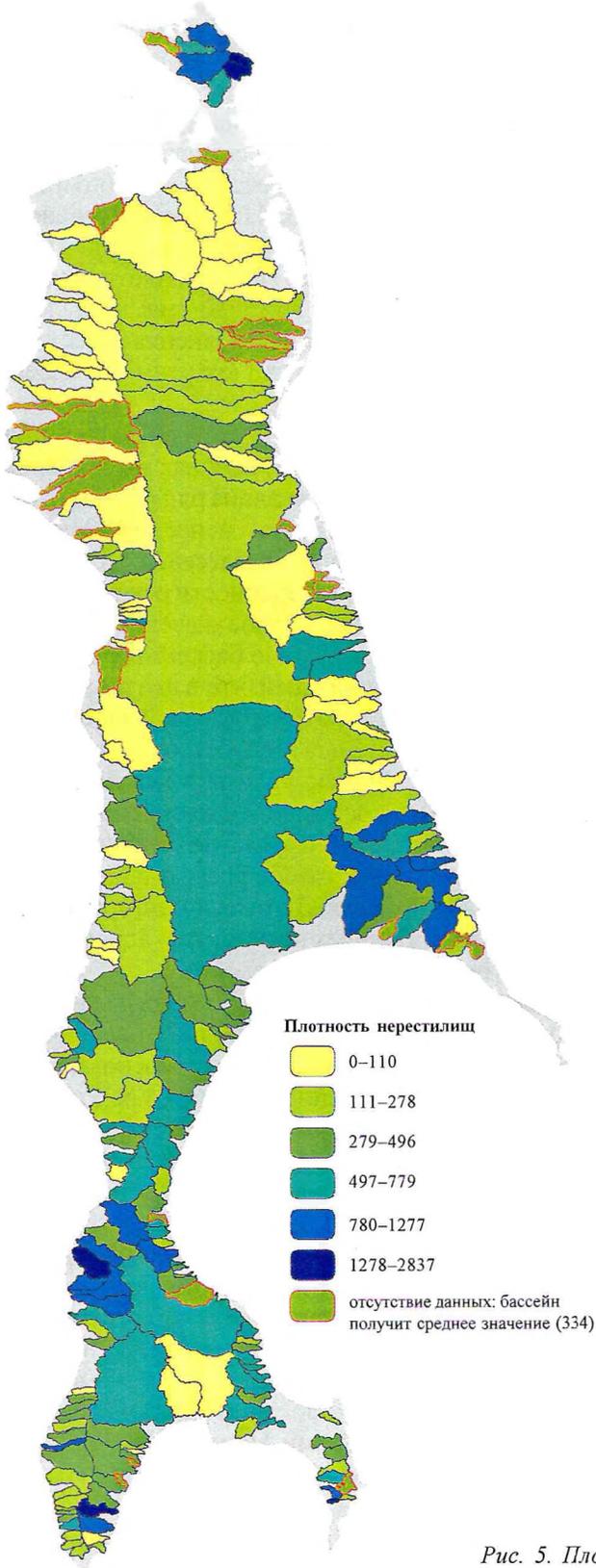


Рис. 5. Плотность нерестилищ (m^2/km^2)

По регионам, средние значения плотности составляли от $916,7 \text{ м}^2/\text{км}^2$ на северном Сахалине до $64,4 \text{ м}^2/\text{км}^2$ на северо-западном Сахалине. Средняя плотность для северных рек (рек в северном, северо-восточном и северо-западном экорегионах Сахалина) составляет $335,8 \text{ м}^2/\text{км}^2$, в то время как для южных рек, расположенных в экорегионах юго-восточного Сахалина и залива Анива, она составляет $455,0 \text{ м}^2/\text{км}^2$. Между тем западные реки, расположенные в экорегионах северо-западного и западного Сахалина, имели среднюю плотность нерестилищ $324,6 \text{ м}^2/\text{км}^2$, по сравнению со средней плотностью $384,6 \text{ м}^2/\text{км}^2$ для восточных рек (северо-восточный и юго-восточный Сахалин). Заметными локальными центрами высокой плотности были полуостров Шмидта и Чеховский район. Для 27 рек, по которым у нас не было данных, была применена балльная оценка 0,118 для плотности заполнения нерестилищ, что является эквивалентом 334 м^2 площади нерестилищ на 1 км^2 речного бассейна, или средним значением для всего острова.

Повышенная плотность пересеченности рек дорогами (рис. 6) наблюдалась в тех местах, где имеет место большее развитие дорожной сети. В районах мыса Крильон, полуострова Шмидта, северо-восточного и западного Сахалина ряд речных бассейнов характеризуется показателями развития дорожной сети менее чем 50 метров и даже менее 1 метра дорог на квадратный километр площади бассейна. Эти регионы также имеют самые низкие показатели плотности пересеченности рек дорогами по всему острову (например, $0,04$ пересечения/ км^2 – осредненное значение для бассейнов полуострова Шмидта). Тем временем самые крупные бассейны рек Тымь и Поронай имеют более 3 миллионов метров дорог каждый, что в два раза больше, чем для какого-либо другого речного бассейна. Однако из-за большой площади бассейнов этих рек показатели дорог близки к средним для всего острова – $0,115 \text{ м}/\text{км}^2$, что также верно для плотности пересечений ($0,12$ пересечения/ км^2 в бассейне р. Тымь и $0,13$ пересечения/ км^2 в бассейне р. Поронай). На основании имеющихся у нас данных, девять речных бассейнов получили наивысшую возможную балльную оценку 7,5, потому что у них отсутствует какое-либо измеряемое развитие дорог: Тумь, Тюми, Пурш-Пурш, Виндис, Желтая, Анна, Вольная, Луговка и Венгери. Следует отметить, что мы основывали свои расчеты на данных по развитию дорог в 1994 г., которые не могут представлять дороги, проложенные после этого.

Плотность пересеченности рек трубопроводами (рис. 7) показывает явное воздействие строительства трубопроводов на территории речных бассейнов северного Сахалина и вдоль побережья юго-восточного Сахалина. На основании проведившегося нами картографирования речных бассейнов, 57 имеют водотоки, пересекаемые, по крайней мере, один раз трубопроводом, и 11 имеют более десяти пересечений. И опять Тымь и Поронай имеют количество пересечений в два раза больше, чем для какого-либо другого речного бассейна, – 73 и 99 соответственно. Они также имеют относительно высокую плотность. Наибольшая плотность пересечений наблюдается вдоль юго-восточного побережья, где небольшие прибрежные водотоки пересекаются перпендикулярно на две части трубопроводами.

Общие балльные оценки местообитаний (представляющие собой суммы оценок качества нереста, плотности нерестилищ, пересеченности рек дорогами и трубопроводами) колеблются от 10 до 27,5, при этом самые высокие балльные оценки имеют получившие самые высокие места при ранжировании бассейны с наилучшими районами местообитаний (рис. 8). Пять рек (Тюми, Новоселка, Кура, Валовская и Большая Лонгри) получили наивысшие балльные оценки (более 24 баллов), в то время как реки Парамай и Тапауни получили самые низкие оценки – чуть более 10 баллов. Средняя балльная оценка составила 18,7. Примером средней оценки по местообитанию служат реки Новикова, Кострома и Белкина.

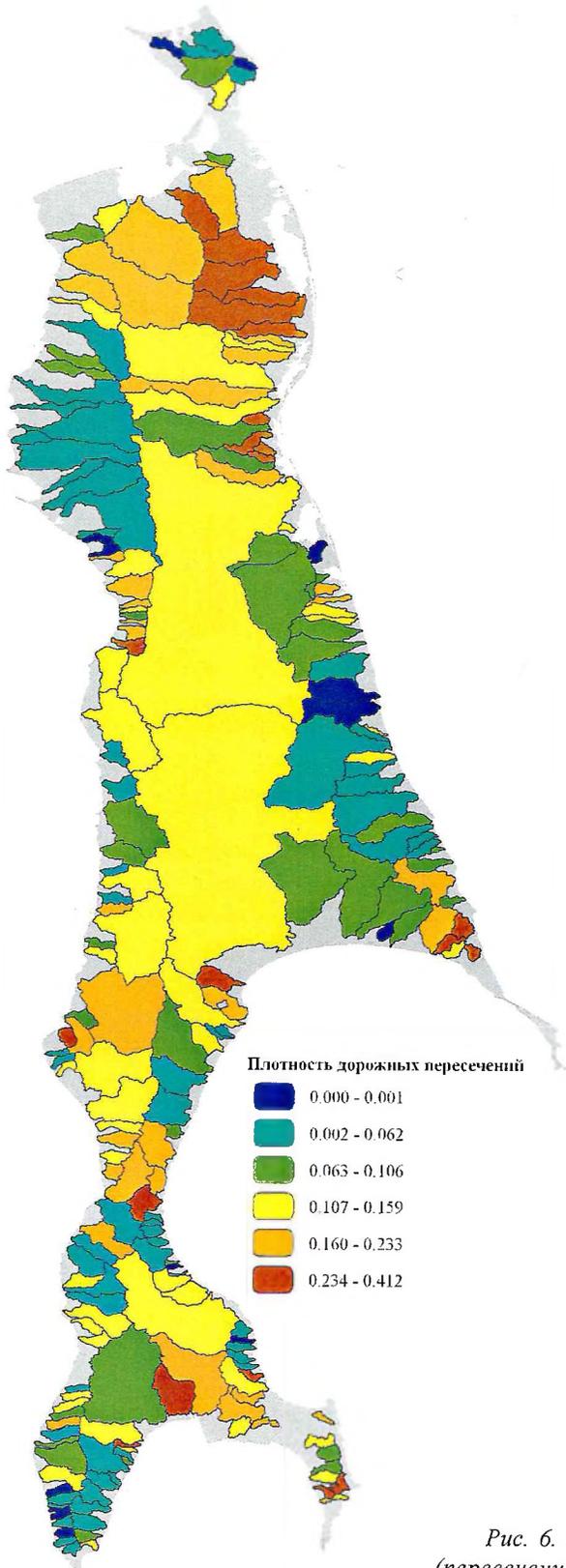


Рис. 6. Плотность дорожных пересечений
(пересечения/км²)

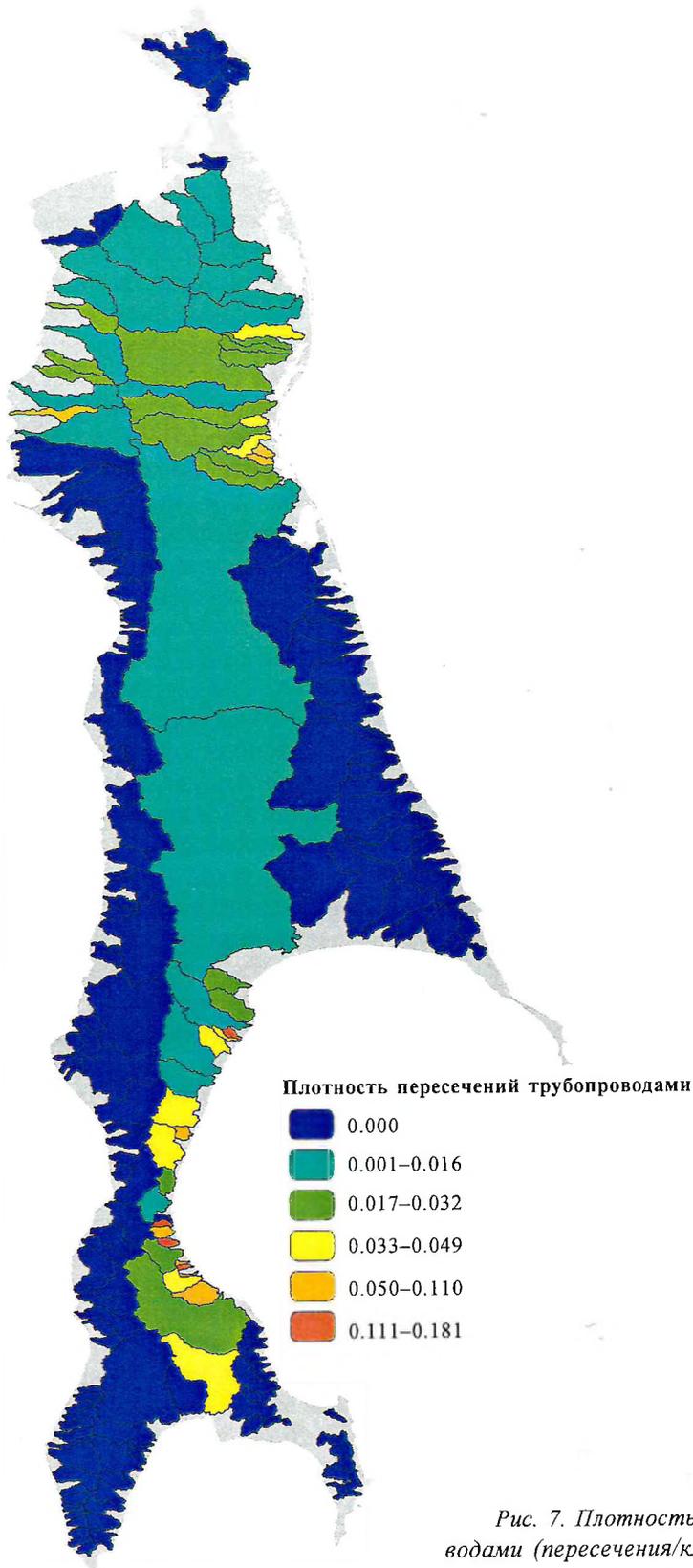


Рис. 7. Плотность пересечений трубопроводами (пересечения/км²)

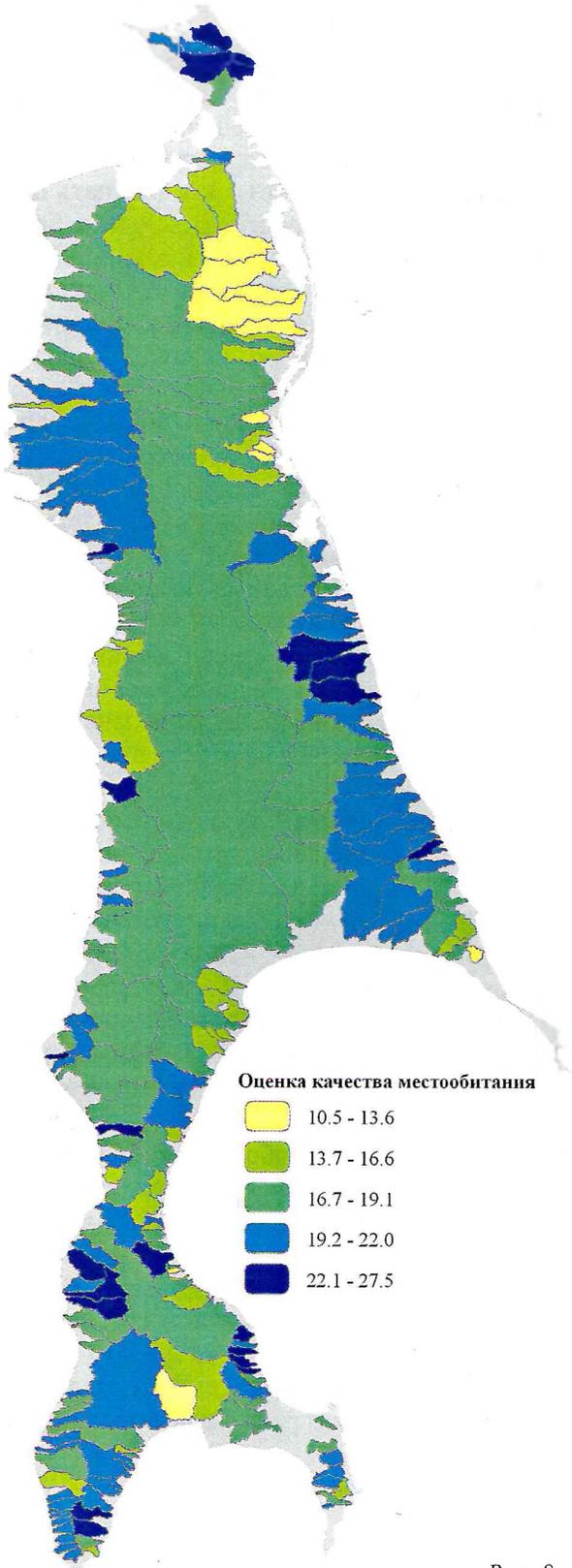


Рис. 8. Оценки качества местообитания

Угрозы

Три показателя использовали для определения угроз для лососевых на Сахалине: расстояние от данного бассейна до ближайшего рыбоводного завода, общее количество бассейнов с рыбоводными заводами в пределах видоспецифического стрейнгового расстояния и степень браконьерства. Согласно имеющимся у нас данным, в настоящее время на Сахалине действуют двадцать шесть рыбоводных заводов, выпускающих молодь рыб в 22 отдельных речных бассейна. Северный и северо-западный Сахалин являются регионами, наиболее удаленными от рыбоводных заводов (рис. 9). Южная часть северо-восточного Сахалина также содержит речные бассейны, которые находятся на расстоянии более 350 километров от мест выпуска молоди с рыбоводных заводов, расположенных на реках Поронай и Тымь.

Вторым показателем было общее количество рыбоводных заводов в пределах стрейнгового расстояния для каждого вида. Результаты представлены по суммарной оценке (N_{Score} , рис. 10) для каждого бассейна. 73 реки расположены в пределах 150 км от устьев бассейнов рек, на которых расположены рыбоводные заводы кижуча. 49 рек расположены в пределах 150 км от устьев бассейнов рек, на которых расположены заводы симы. 174 реки расположены в пределах 400 км от устьев бассейнов рек, на которых расположены рыбоводные заводы кеты. 174 речных бассейна расположены в пределах 400 км от устьев бассейнов рек, на которых расположены рыбоводные заводы горбуши. Речные бассейны залива Анива имеют самую высокую степень влияния рыбоводных заводов по всем видам; в то время как в крайней северной части Сахалина не наблюдалось суммарного стрейнга для какого-либо вида (см. рис. 10).

Третьим показателем была степень браконьерства. 74 речных бассейна были оценены И. М. Быстровым, а остальные были оценены, как описано в методах (рис. 11). Одна река получила оценку пять (Хой), две реки получили оценку четыре каждая (Набиль и Орловка). Большинство рек получили оценку от умеренной до низкой, в то время как одна река получила оценку один, что свидетельствует об очень низкой степени угрозы браконьерства (Кузнецовка). Данные оценки указывают на более высокую степень браконьерства в юго-восточном, западном и Анивском регионах по сравнению с северным Сахалином (см. рис. 11). Юго-восточные реки получили в среднем оценку 2,57, по сравнению со средней оценкой два для северо-восточного, северного и северо-западного регионов соответственно.

Общие балльные оценки угроз (представляющие собой сумму балльных оценок по трем указанным выше показателям) колебались в пределах от 6,6 до 24, при этом более высокие балльные оценки получили получившие самые высокие места при ранжировании бассейны, наименее подверженные угрозе браконьерства (рис. 12). Пять рек (Полищука, Большая, Волованка, Большая Нельма и Грязнуха – все расположены на северном Сахалине), получили самые высокие балльные оценки (выше 23,5 баллов), в то время как Орловка и Урюм получили самые низкие оценки – чуть менее 9 баллов. Средняя оценка составила 14,6 балла. Примером средней оценки по угрозам служит река Кири в северо-восточной части Сахалина.

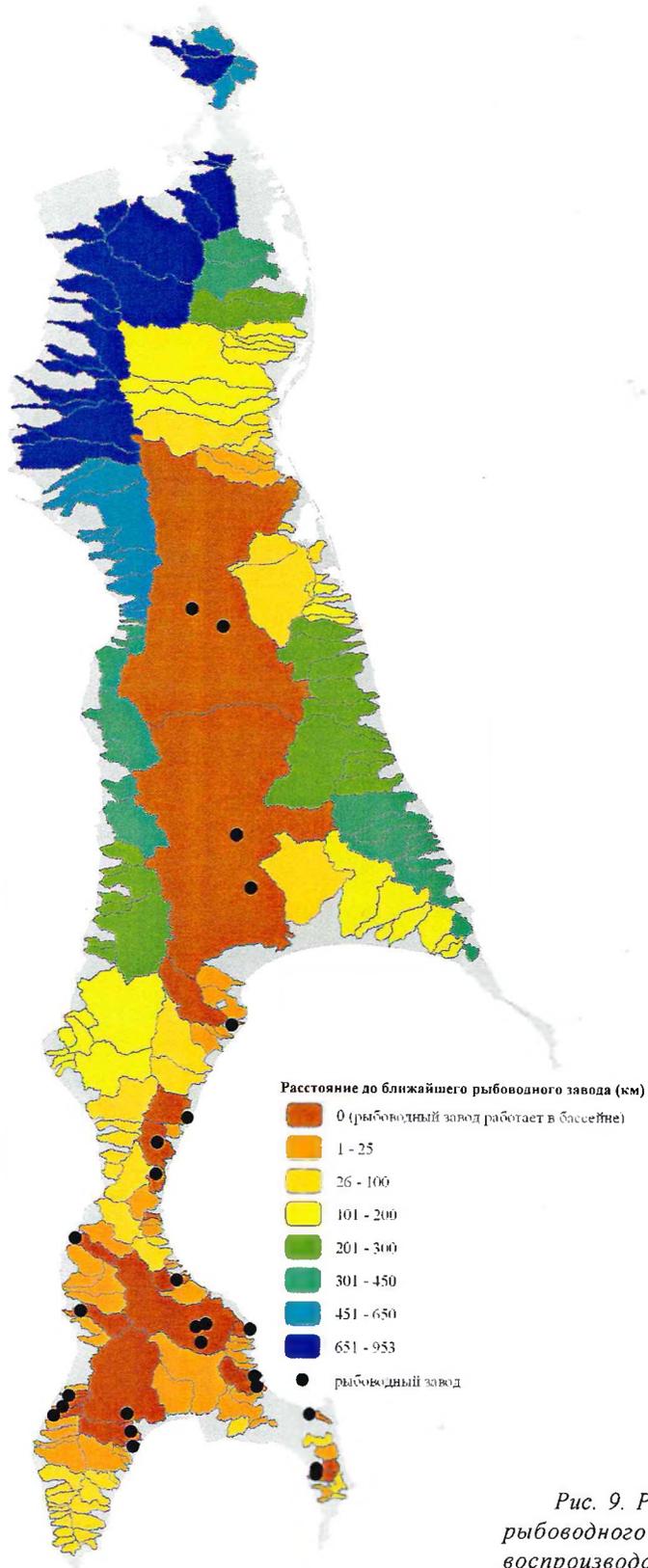


Рис. 9. Расстояние до ближайшего рыбоводного завода (несмотря на вид воспроизводства)

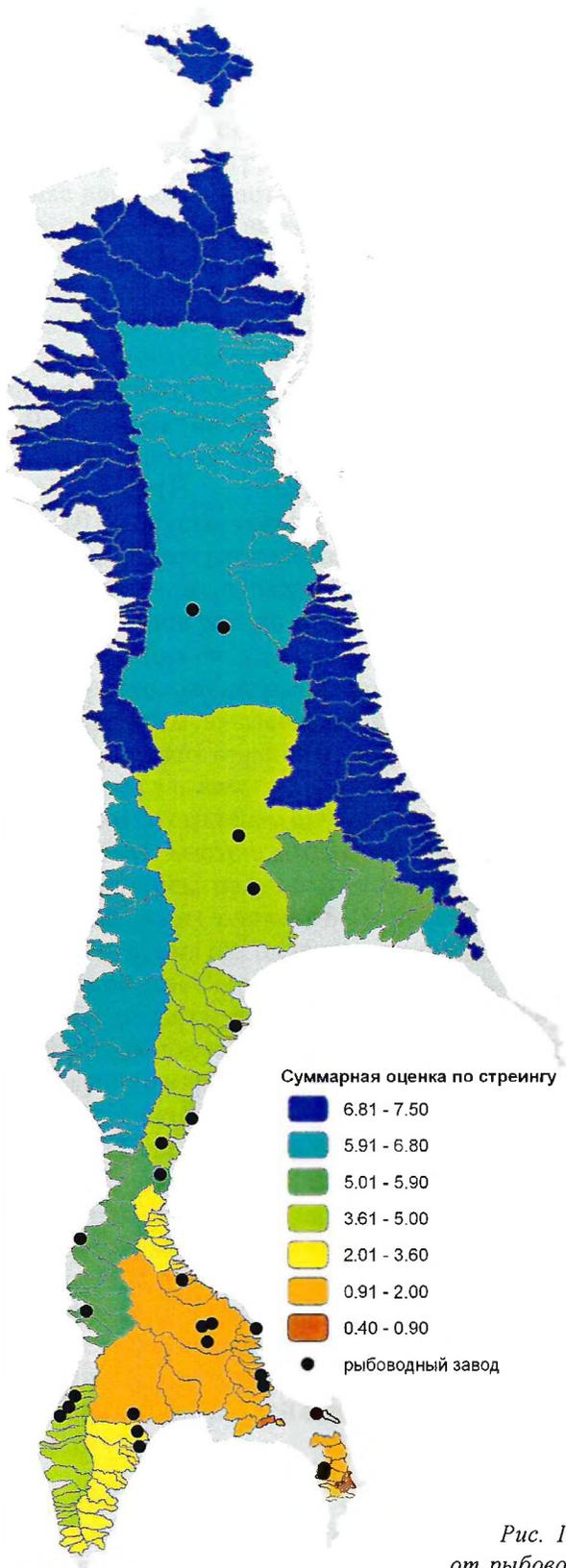


Рис. 10. Суммарные оценки по стрейнгу от рыбоводных заводов (H_{score})

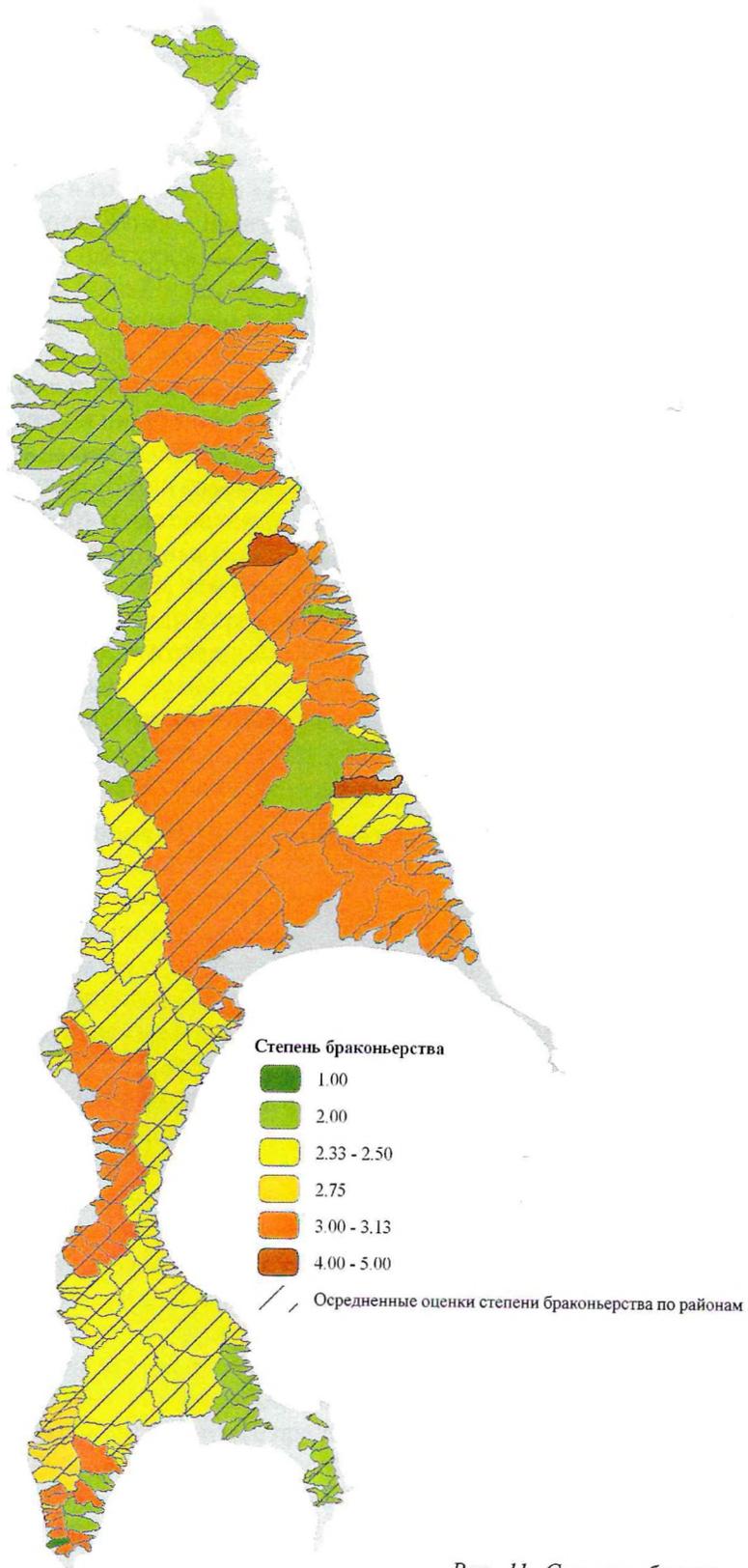


Рис. 11. Степень браконьерства

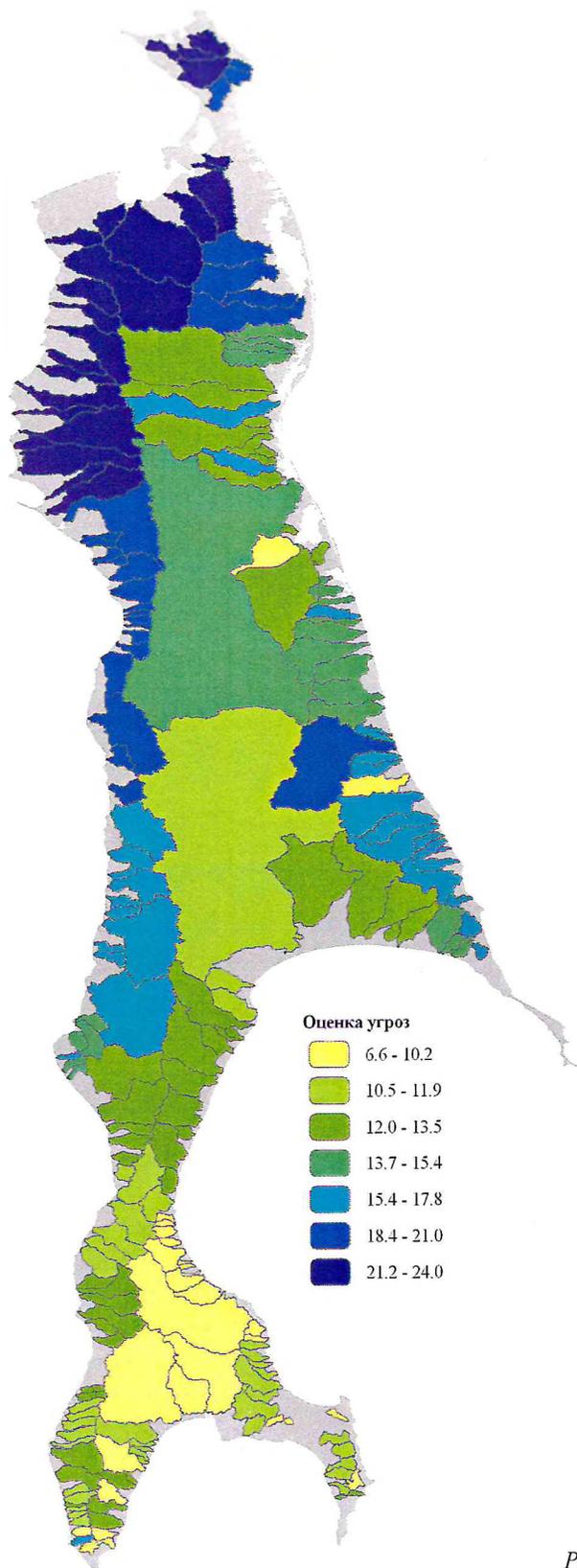


Рис. 12. Суммарные оценки угроз

Активность общественной деятельности

Наличие и отсутствие трех видов природоохранной деятельности, а также мест проживания коренных народов влияло на итоговую балльную оценку общественного критерия (рис. 13). Бассейн одной из рек (Даги) набрал самую высокую из возможных балльную оценку 10 в связи с наличием всех возможных факторов, в то время как 128 речных бассейнов получили ноль из десяти. Бассейны двух рек (Тымь и Лангры) набрали по девять из десяти баллов в связи с наличием всех факторов, за исключением туристических проектов. Бассейны рек Венгери и Пурш-Пурш, получившие самые высокие места при ранжировании, набрали по семь из десяти баллов в связи с наличием всех факторов, за исключением научно-исследовательских станций. В целом, общественный критерий был выше по северному Сахалину. Северные речные бассейны набрали среднюю оценку за общественный компонент 3,5 из возможных 10 баллов, по сравнению с оценкой 0,9 в заливе Анива, 0,9 на юго-восточном Сахалине и 0,3 на западном Сахалине. Наличие общин коренных народов на северном Сахалине (но не на южном Сахалине) объясняет разницу в значениях.

Более крупные бассейны получили большее количество баллов по общественному критерию, чем менее крупные, более чем на 200% (109 самых крупных бассейнов получили в среднем 2,17 балла из 10, в то время как 108 меньших бассейнов получили в среднем 0,95 балла). Туристические проекты в два раза чаще присутствовали в районах более крупных бассейнов, научные станции почти в четыре раза чаще располагались в районах более крупных бассейнов, а природоохранные интересы в два раза чаще могли быть сфокусированы на более крупных бассейнах, по сравнению с менее крупными.

Итоговая балльная оценка

Предельные балльные оценки для каждой группы критериев были объединены в итоговую балльную оценку, колеблющуюся от максимально возможной оценки в 100 баллов до нуля (рис. 14). Ниже мы уделяем особое внимание нескольким примерам того, как были оценены речные бассейны в итоговом ранжировании на основании относительного вклада критериев.

Если речной бассейн получил максимальные балльные оценки по каждому из 12 исходных данных (и вследствие этого максимум по группе критериев), то в этом случае он мог получить балльную оценку 100. Однако получивший наивысшую оценку при ранжировании бассейн реки Лангры на северо-западном Сахалине получил балльную оценку 78,97. Лангры получила высшую балльную оценку по видовому разнообразию (30 баллов), но чуть ниже высшего уровня по угрозам (22,9 из 25) и по общественной активности (9 из 10), и среднюю оценку по местообитанию (17,4 из 30). Высокая степень колебаний между относительными вкладами значений для каждого отдельного критерия особенно характерна для тех бассейнов, которые получили более высокие балльные оценки. Самая низкая общая балльная оценка составила 28,6, а средняя балльная оценка – 52,0, примером чего служит бассейн реки Владимировка. 47 речных бассейнов получили балльные оценки в пределах 60–69; 78 бассейнов получили балльные оценки в пределах 50–59; 69 бассейнов получили балльные оценки в пределах 40–49; 19 бассейнов получили балльные оценки в пределах 30–39, а два получили балльные оценки менее 29.

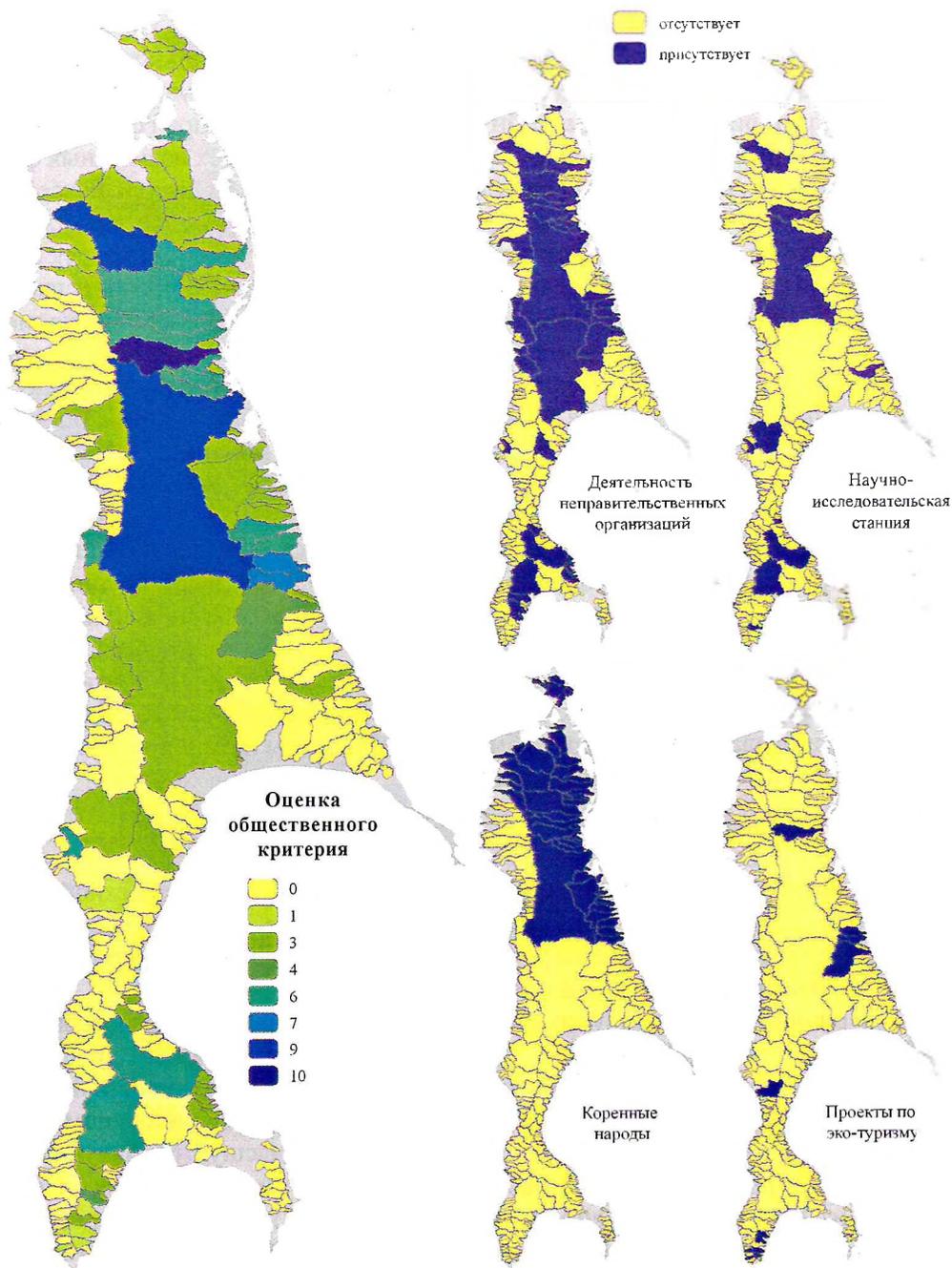


Рис. 13. Оценки общественного критерия и присутствие/отсутствие природоохранной деятельности

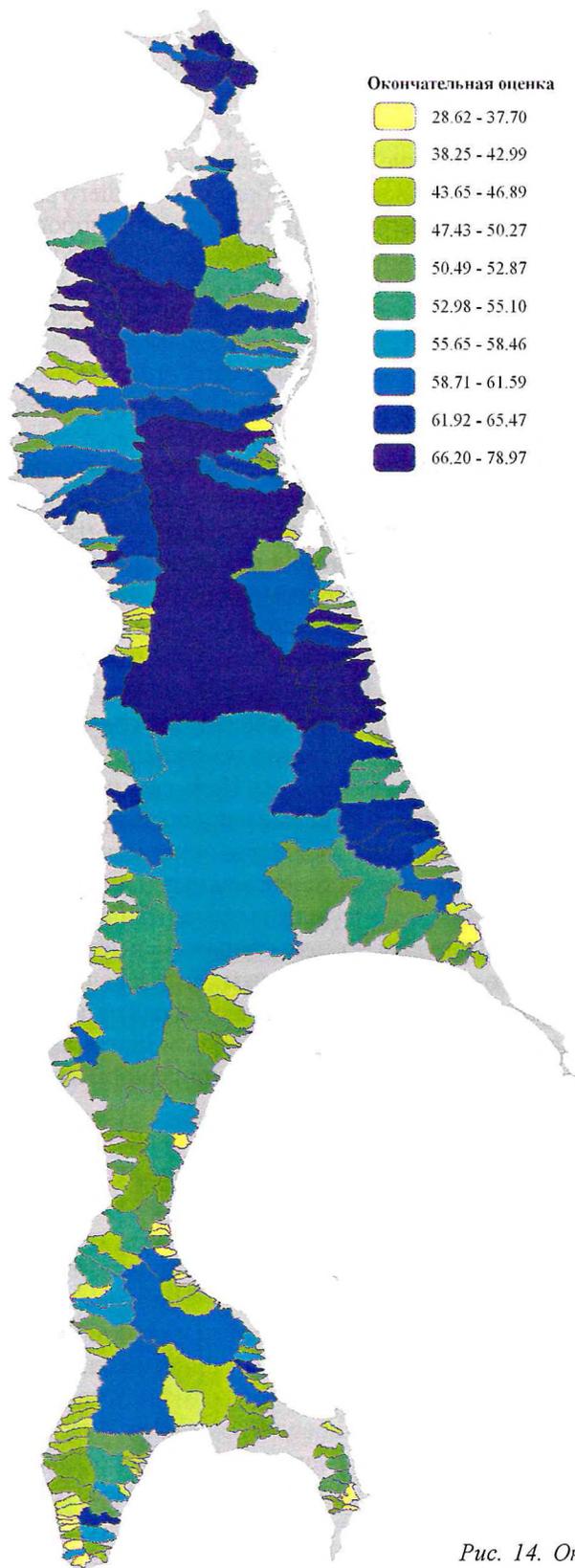


Рис. 14. Окончательные оценки

Итоговое ранжирование показало значительно более высокую ценность речных бассейнов северного Сахалина. Все десять получивших наивысшие балльные оценки речных бассейнов располагались в северной половине острова Сахалин, а семь из этих десяти рек расположены в двух наиболее северных экорегионах – северном Сахалине и северо-западном Сахалине. Преобладание северных рек было преимущественно следствием большего видового разнообразия, большего расстояния от рыбоводных заводов, меньшей относительной пересеченности дорогами и трубопроводами и меньшей степени браконьерства. Бассейны рек Кура (61,9 балла) и Жуковка (62,4 балла) получили самые высокие балльные оценки среди бассейнов южной половины Сахалина, заняв при ранжировании 30-е и 35-е места соответственно.

ОБСУЖДЕНИЕ

Данное исследование представляет собой первую попытку провести ранжирование водотоков на Сахалине с точки зрения значимости для сохранения лососевых. Мы успешно интегрировали данные из ряда источников для того, чтобы вывести надежные отдельные и комбинируемые критерии для использования в нашем ранжировании. Данная работа была важным шагом для того, чтобы помочь определить бассейны, заслуживающие особого внимания.

Методология и результаты этой работы были представлены на семинаре, проводившемся в январе 2007 г. в Южно-Сахалинске. По итогам данного семинара был организован проект под названием «Сахалинская лососевая инициатива». Целью этого проекта является поддержка междисциплинарного и межведомственного подхода к сохранению сахалинских лососевых экосистем. Цель семинара заключалась в том, чтобы определить самые ценные лососевые реки по экорегионам на Сахалине. Методы данной оценки использовались в качестве основы для проведения дискуссии о том, какие критерии являются наиболее важными для описания природоохранной значимости сахалинских рек. Результаты оценки были использованы в качестве справочного материала, чтобы помочь направить выбор экспертов при определении ими рек высокого ранга по экорегионам. Хотя у использованных нами источников данных и аналитических методов имеются различные недостатки, мы чувствуем, что эта первая попытка является важным шагом к развитию на всем Сахалине природоохранной инициативы, ориентированной на охрану лососевых.

Как это показано в нашей оценке северного Тихоокеанского региона, мы обнаружили, что бассейны в северной части Сахалина получили более высокую оценку с точки зрения природоохранной ценности. В этой ранней оценке такой вывод был сделан только на основании расположения рыбоводных заводов на острове. В настоящей оценке вывод обоснован комбинацией показателей усовершенствованной шкалы оценки, включающей большее видовое разнообразие, менее поврежденные местообитания в результате меньшей пересеченности дорогами и трубопроводами, сокращенное воздействие рыбоводных заводов и преимущественно низкий уровень степени угрозы браконьерства. Северо-западная часть острова имела относительно большее видовое разнообразие, в связи с близким соседством нижней части реки Амур. Хотя мы не включили в нашу оценку другие роды семейства лососевых (например, *Salvelinus spp.*, *Thymallus spp.*), этот регион также является местообитанием для множества других пресноводных рыб. Как только станут доступны данные о распределении этих видов, мы предлагаем включить эти новые виды в струк-

туру расширенной оценки. Включение наличия или отсутствия более широкого разнообразия видов также позволило бы уточнить границы экорегионов, для того чтобы более точно отразить фаунистические различия в составе рыбных сообществ.

Существуют также разнообразные другие источники данных, доступные нам, и методы, которые мы могли бы использовать, чтобы улучшить нашу оценку. Например, было бы полезным включить количество выпускаемой молоди с рыбоводных заводов в нашу модель влияния рыбоводных заводов. Это помогло бы нам объяснить потенциальный эффект обеднения генетического разнообразия в бассейнах, расположенных по соседству с теми, где встречаются необычно большие количества выпусков рыб. Следовало бы также учитывать выпуск молоди рыб с рыбоводных заводов на Хоккайдо, на Курильских островах и в реке Амур, чтобы полнее отразить потенциальное воздействие на взаимоотношения между дикими рыбами и рыбами с рыбоводных заводов. У нас по-прежнему имеется очень приблизительное представление о расстоянии, до которого разные виды рыб с рыбоводных заводов уходят от своего родного бассейна. Использование расстояния вдоль береговой линии для измерения стрейнга является чрезвычайно упрощенным и предполагает, что рыбы движутся большей частью вдоль побережья.

Применение таких способов измерения стрейнга, которые лучше отражают прибрежную и океаническую динамику, с которой сталкиваются рыбы на Сахалине, могло бы значительно улучшить нашу оценку. В добавление, размер бассейнов, в которых расположены рыбоводные заводы, может играть ключевую роль в относительном влиянии рыб с рыбоводных заводов на диких рыб внутри бассейнов. Например, в некоторых случаях на Сахалине рыбоводные заводы расположены на притоках более крупных рек (например, реки Поронай и Тымь). В нашей оценке это приводило к серьезному снижению оценки для всего бассейна (особенно в H_{Score}), и тем не менее в этих более крупных бассейнах могли быть популяции и местообитания, которые в значительной степени защищены от воздействия выпуска рыб с рыбоводных заводов на приток.

Последним вопросом, связанным с нашим подходом по количественному определению угроз, связанных с рыбоводными заводами, было то, что мы снижали оценку для определенных бассейнов в нашей оценке влияния стрейнга рыб с рыбоводных заводов (H_{Score}), независимо от того, ожидалось ли, что выпущенный вид рыб вступит в контакт с дикими особями того же вида в пределах стрейнговой зоны. В некоторых обстоятельствах мы предсказывали, что стрейнговые особи с рыбоводных заводов определенных видов могли отклоняться в соседние бассейны, которые не поддерживают дикие популяции этого же вида, и таким образом не могли представлять угрозы соседним диким популяциям. В нашем подходе подразумевается, что стрейнг рыб с рыбоводных заводов может приводить к возникновению рисков, простирающихся за пределы генетической интрогрессии и последующей потери выносливости для данного вида, включая перенос заболеваний и различные формы внутривидовой конкуренции. Однако, возможно, стоит провести отдельную оценку, которая выделяла бы риск генетической интрогрессии, возникающий в результате рыбоводной программы на Сахалине.

Мы признаем, что наши данные, использовавшиеся для аппроксимации условий местообитаний (например, качество нереста и плотность нерестилищ), могут не отражать должным образом относительную продуктивность местообитаний. Вопрос о сомнительности показателей качества нерестилищ неоднократно поднимался во время семинара экспертов. Нам известно, что существуют доступные данные хорошего качества по производству молоди диких популяций и рыбовод-

ными заводами, а также возврата взрослых особей для популяций горбуши на южном Сахалине (Каев et al., 2004). Данная информация была использована для определения численности горбуши на Сахалине в нашей оценке северного Тихоокеанского региона. Но, к сожалению, не было данных аналогичного качества для остальной части острова, поэтому в этой оценке мы решили, что будет неразумным пытаться дать систематическую оценку численности для каждого речного бассейна исходя из вылова. Мы пришли к заключению, что оценки качества и площади нерестилища, предоставленные Сахалинрыбводом, являют собой самый последовательный и надежный источник информации. Одно из наших упований, связанных с этой лососевой природоохранной инициативой, заключается в том, чтобы предпринять новые усилия по мониторингу лососей, чтобы помочь выработать более надежные оценки по величине подходов лососевых, происходящих во всем этом регионе и по каждому речному бассейну.

Другим показателем, который мы использовали для аппроксимации показателя качества местообитаний, были также относительно грубые предварительные значения их пригодности для обитания лососей (пересечение рек дорогами и трубопроводами). Новым значительным шагом было бы количественное определение связности нетронутой растительности путем классификации типов растительного покрова по результатам спутниковых съемок. Спутниковые изображения Landsat 7 ETM+30 m с 30-метровым разрешением свободно доступны в глобальном масштабе и используются для проведения этого вида анализа растительного покрова во многих частях земного шара. Эти данные в сочетании с данными рельефа, которые мы использовали для определения границ речных бассейнов, могут быть использованы для того, чтобы оценить величину раздробленности местообитания в результате пересечения дорогами и трубопроводами и другой антропогенной деятельности как в масштабе бассейна, так и вдоль прибрежных и пойменных коридоров.

Браконьерство, по-видимому, представляет основную угрозу для дикого лосося на острове Сахалин. Наш подход основывался на экспертной оценке только для части (~25%) рек, оценивавшихся в данном исследовании, в то время как для других брали предположительные значения. Лучшую информацию по данному виду угрозы можно будет получить только в результате более интенсивного мониторинга и ужесточения требований соблюдения правил рыболовства в данном регионе. Предполагается, что доступ к рекам через дороги или трубопроводы может быть критическим фактором, регулирующим браконьерскую деятельность, и таким образом, включение этих факторов в нашу оценку может, по меньшей мере, частично восполнить отсутствие данных по степени браконьерства. Тем не менее, было бы крайне полезным укрепить надзор как средство для лучшей количественной оценки данной угрозы и ограничить ее негативное воздействие.

Мы надеемся, что результаты нашей оценки и выводы, полученные в результате нашего семинара, помогут направить будущие усилия по установлению сети охраняемых лососевых территорий и стимулируют интерес к уточнению и расширению наших знаний о лососях в этом регионе. Остров Сахалин, вместе с другими регионами Дальнего Востока России, представляет собой испытательный полигон для развития устойчивой экономики, который сделает обязательным требование достижения баланса между необходимостью строительства и природоохранными интересами. Мы надеемся, что проведенная нами оценка поможет лучше обозначить природу и важность данного вопроса и наметит путь, который обеспечит процветание дикого лосося в будущем.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность тем, кто стал инициатором первоначальной идеи работы в этом направлении, и в частности К. Ожеро. Она очень много сделала для улучшения сотрудничества в целях сохранения лососевых экосистем на всей территории Дальнего Востока России. Мы также благодарим А. М. Каева за его комментарии, которые помогли нам в улучшении данной статьи.

Авторы хотели бы поблагодарить СахНИРО, Сахалинрыбвод, Сахалинский государственный университет, Центр прибрежного рыболовства и промысловой разведки и программу «Статус лосося» за помощь в предоставлении и анализе данных для этого исследования.

Перевод с английского языка Аннеты Высоцкой

ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас Сахалинской области. Ресурсы и экономика [Карты]. – Ю-Сах. : Сах. обл. книж. изд-во, 1994. – 21 карта.
2. Сахалинская область: географический очерк : Прил. к Атласу Сах. обл. Ресурсы и экономика. – Ю-Сах., 1994. – 240 с.
3. Prioritizing Pacific salmon stocks for conservation / **F. W. Allendorf, D. Bayles, D. L. Bottom et al.** // *Conservation Biology*. – 1997. – No. 11. – P. 140–152.
4. Augerot, X. Atlas of Pacific Salmon: the first map-based status assessment of salmon in the North Pacific / **X. Augerot, D. N. Foley.** – Berkeley–Los Angeles–London : University of California Press, 2005. – 152 p.
5. **Convention on Biological Diversity Conference of the Parties 7** [Электронный ресурс]. – 2004. – Decision VII/28: Protected areas (Articles 8(a) to (e)). – Режим доступа: <http://www.biodiv.org/decisions/?dec=VII/28>
6. Key Biodiversity Areas as Site Conservation Targets / **G. Eken, L. Bennun, T. M. Brooks et al.** // *Bioscience*. – 2004. – No. 54. – P. 1110–1118.
7. Hersh, E. S. Assessment of Hydrologic Alteration Software / **E. S. Hersh, D. R. Maidment** // Center for Research in Water Resources (CRWR). Online Report 06-11. The University of Texas in Austin, TX 78712-4497. – 2006. – 101 pp. – (<http://www.crwr.utexas.edu/reports/pdf/2006/rtp06-11.pdf>).
8. **International Union for the Conservation of Nature** [Электронный ресурс]. – 2006. – 2006 IUCN Red List of Threatened Species. – Режим доступа: <http://www.iucnredlist.org/search/details.php/61333/summ>
9. Reproduction indices of southern Sakhalin pink salmon / **A. M. Kaev, A. A. Antonov, K. Y. Kim, V. A. Rudnev** // *NPAFC*. – Doc. 758. – P. 1–14.
10. Sanctuaries for Pacific salmon / **J. A. Lichatowich, G. R. III Rahr, S. M. Whidden, C. R. Steward** // *Sustainable Fisheries Management: Pacific Salmon*. – 2000. – P. 675–686.
11. Mantua, N. Natural climate insurance for Pacific Northwest salmon and salmon fisheries: finding our way through the entangled bank / **N. Mantua, R. C. Francis** // *Sustainable Management of North American Fisheries : American Fisheries Society Symposium* / E. E. Knudsen, D. MacDonald [Eds.]. – 2004. – 43. – P. 127–140.
12. Viable salmonid populations and the recovery of evolutionarily significant units / **P. McElhany, M. H. Muckelshaus, M. J. Ford et al.** // *NOAA Technical Memorandum NMFS-NWFSC-42*. – 2000. – P. 1–174.
13. Moyle, P. B. Protection of aquatic biodiversity in California: a five-tiered approach / **P. B. Moyle, R. M. Yoshiyama** // *Fisheries*. – 1994. – No. 19. – P. 6–18.

14. Moyle, P. B. Evaluating the biotic integrity of watersheds in the Sierra Nevada, California / **P. B. Moyle, P. J. Randall** // Conservation Biology. – 1998. – No. 12. – P. 1318–1326.
15. Biodiversity hotspots for conservation priorities / **N. Myers, R. A. Mittermeier, C. G. Mittermeier et al.** // Nature. – 2000. – No. 403. – P. 853–858.
16. **National** Research Council. Upstream: salmon and society in the Pacific Northwest. – Washington, D. C. : National Academy Press, 1996. – 452 p.
17. Olson, D. M. The Global 200: A representative approach to conserving the earth's most biologically valuable ecoregions / **D. M. Olson, E. Dinerstein** // Conservation Biology. – 1998. – No. 12. – P. 502–515.
18. Range-wide protected area selection for Pacific salmon conservation / **M. L. Pinsky, D. Springmeyer, M. Goslin, X. Augerot** // Unpublished manuscript to be submitted to Conservation Biology.
19. Sanctuaries for native salmon: A conservation strategy for the 21st Century / **G. R. III Rahr, J. A. Lichatowich, R. Hubley, S. M. Whidden** // Fisheries. – 1998. – No. 23. – P. 6–7.
20. Rahr, G. R. A proactive strategy to anchor and restore high-priority wild salmon ecosystems / **G. R. Rahr, X. Augerot** // Salmon 2100: The future of Wild Pacific Salmon / R. T. Lackey, D. H. Lach, S. L. Duncan [Eds.]. – American Fisheries Society, 2006. – P. 465–489.
21. Pacific salmon and the ecology of coastal ecosystems / **D. E. Schindler, M. D. Scheuerell, J. W. Moore et al.** // Front. Ecol. Environ. – 2003. – No. 1. – P. 31–37.
22. **State** of the Salmon. North Pacific Hatcheries Database [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.stateofthesalmon.org/sosdb.asp>
23. **United State Geological Survey**. Hydro1k documentation [Электронный ресурс]. – 2003. – Режим доступа: <http://lpdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/readme.asp>

Ранжирование сахалинских речных бассейнов для сохранения лососевых : [Пер. с англ. яз.] / Д. Спрингмейер, М. Л. Пинский, Н. М. Портли и др. // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды Сахалинского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. – Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2007. – Т. 9. – С. 264–294.

Представлены результаты оценки, которая позволяет ранжировать природоохранную ценность речных бассейнов – мест обитания лососевых на всей территории острова Сахалин в Российской Федерации. Используя количественные данные рельефа, мы наметили границы в общей сложности 217 речных бассейнов размером более 5 км на всей территории острова, отнесли каждый из них к одному из шести разных экорегионов и оценили каждый бассейн, используя значения параметров, представляющих четыре основных группы критериев: видовое разнообразие лососевых, качество речного местообитания, существующие угрозы экосистемам и характеристики активности общественной деятельности. Мы разработали серию формул, позволяющих рассчитывать обоснованные балльные оценки, которые были суммированы, чтобы получить общую балльную оценку, использованную для ранжирования каждого бассейна с точки зрения сохранения лосося. Параметры, использованные в данной оценке, включали: видовое разнообразие (учитывались горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, кета *O. keta*, сима *O. masou*, кижуч *O. kisutch*, сахалинский таймень *Parahucho perryi*, сибирский таймень *Hucho taimen*), площадь и качество нерестилищ, факторы, отражающие близость к рыболовным заводам, количество пересечений нерестовых рек дорогами.

ми и трубопроводами, экспертную оценку угрозы браконьерства и присутствие общин коренных народов. Оценку проводили по шкале от 10 до 100 баллов, а итоговое количество баллов в нашей оценке колебалось от 28,6 до 78,9. При этом наивысшую оценку в ранжировании получила река Лангры, расположенная в уникальном экорегионе в северо-западной части острова Сахалин. Этот экорегион и северный Сахалин в целом получили более высокую итоговую оценку благодаря сочетанию большего видового разнообразия (в связи с близостью к богатой видами реке Амур в соседнем Хабаровском крае), в основном нетронутого местообитания и меньшего наличия угроз. Результаты оценки обсуждались группой экспертов на семинаре, проводившемся в Южно-Сахалинске в январе 2007 г., для составления списка рек, включающего бассейны с самой высокой оценкой ранжирования внутри каждого экорегиона, которые необходимо рассмотреть на предмет принятия особых природоохранных мер. Мы надеемся, что наши результаты могут быть использованы для дальнейшего развития усилий по сохранению лососевых в этом быстро развивающемся регионе Дальнего Востока России.

Ranking Sakhalin river basins for salmonid conservation : [Translation from English into Russian] / **D. Springmeyer, M. L. Pinsky, N. M. Portley, et al.** // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. – Yuzhno-Sakhalinsk : SakhNIRO, 2007. – Vol. 9. – P. 264–294.

We present results of an assessment that ranks the conservation value of river basins supporting salmonids across Sakhalin Island in the Russian Federation. Using digital elevation data, we delineated a total of 217 river basins greater than five km in size across the island, assigned them to each of six different ecoregions, and attributed each basin with scores using parameter values representing four major criteria: salmonid species diversity, river habitat, threats and characteristics of the human community. We devised a series of formulae that transformed these parameters into weighted scores that were summed to arrive at a total score used to rank the importance of each basin for purposes of salmon conservation. Parameters used in the assessment included species richness (pink *Oncorhynchus gorbusha*, chum *O. keta*, masu *O. masou*, coho *O. kisutch*, Sakhalin taimen *Parahucho perryi*, Siberian taimen *Hucho taimen*), area of spawning ground and spawning ground quality, two measures to reflect proximity to salmon hatchery facilities, number of road and pipeline river crossings, expert judgment of the threat of poaching, and presence of native communities. Scoring was based on a scale from 0 to 100, and final scores from our assessment ranged from 28.6 to 78.9, with the highest rank going to the Langri River, located in a unique ecoregion in the northwestern part of Sakhalin Island. This ecoregion, and northern Sakhalin in general, ranked higher overall due to a combination of higher species diversity (owing to its proximity to the species-rich Amur River in neighboring Khabarovsk region), generally intact habitat and fewer threats. Results of the assessment were deliberated on by a range of experts in a workshop held in Yuzhno-Sakhalinsk during January 2007 to arrive at a shortlist of rivers that included the top-ranked basins within each ecoregion to be considered for special protection. We hope our results can be used to advance efforts for salmonid conservation in this rapidly developing region in the Russian Far East.