

## **КНИГА 2**

---

*Наука заключается в такой группировке фактов, которые позволят вывести на основании их общие законы или заключения*

*Чарльз Дарвин*

# **ТИХООКЕАНСКИЙ ЛОСОСЬ. ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА БИОГЕО- ЦЕНОЗА И СОХРАНЕНИЕ ДИКИХ ПОПУЛЯЦИЙ**

## **ЧАСТЬ III**

---

### **ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА БИОГЕОЦЕНОЗА**

#### **ГЛАВА IV**

##### **НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДЫ БИОГЕОЦЕНОЗА ТИХООКЕАНСКОГО ЛОСОСЯ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

Биогеоценоз дикого тихоокеанского лосося в регионе образуется интеграцией биологических и геологических систем. Ознакомление с ихтиологической литературой по Корякско-Камчатскому региону показывает, что при выдающихся успехах в познании биологии лосося, исследования геологических систем среды его обитания полностью отсутствуют, т.е. фактически, методология исследований проблемы феномена лосося не является системной.

Автор настоящей монографии исходит из того, что главным абиотическим фактором биогеоценоза лосося и других гидробионтов его нерестовых рек является вещественный состав геологического субстрата. Он формирует гидрохимический состав вод нерестовых рек, их физические характеристики (мутность, твёрдый сток и т.п.), как среду функционирования продуцентов кормов, т.е. трофическую цепь, и др.

Покажем положение нерестовых районов тихоокеанского лосося по отношению к особенностям вещественного состава геологического субстрата, дренируемого нерестовыми реками. Это положение на «Карте биогеоценоза тихоокеанского лосося нерестовых рек Корякско-Камчатского региона» отражает соотношение нерестовых районов со стратиграфическими таксонами геологического разреза (рис. 3-6) и угленосными площадями Корякско-Камчатского региона (рис. 7).

Нижеприведённые особенности геологической среды рассматриваются как аргументы обоснования её исследования в ООПТ, с целью сохранения и устойчивого использования дикого тихоокеанского лосося не только в Корякско-

Камчатском регионе, но и на севере Тихоокеанского побережья, включая Северо-Восток Азии, Сахалин, Дальний Восток и Приморье.

#### **IV.1. Общая геологическая позиция нерестовых рек тихоокеанского лосося**

Положение рек тихоокеанского лосося на географической карте показывает различную их густоту на территории Корякско-Камчатского края. Различно и их соотношение с тектоническими вулканическими структурами, в т.ч. с действующими вулканами. Не устанавливается и пространственная их связь с источниками подземных холодных и термальных вод. Очень сильно различаются нерестовые реки по продуктивности промысловых видов.

Исходя из методологической концепции исследования, автор обращается к среде обитания лосося как основе формирования биогеоценоза (экосистемы). Эта среда – геологический субстрат нерестовых рек, формирующий гидрохимию их вод, кормовую базу молоди в пресноводный период жизни и её нерестилища. Сутью геологического субстрата является его природное геологическое вещество горных пород.

Вещественный состав горных пород исключительно консервативен и сохраняет свои отличительные черты на протяжении длительного времени, несмотря на геологические катаклизмы. Даже различные процессы метаморфизма не приводят, как правило, к полной замене исходного вещества.

В рассматриваемом аспекте биогеоценоза нерестовых рек лосося геологическое вещество интересно с позиций формирования условий зарождения и развития молоди лосося. Среди основных факторов его жизнедеятельности, с нашей точки зрения, – геоморфологические условия речных долин, области водного питания, речной сток, гидрохимия вод и кормовая база молоди в речной период жизни. Они могут рассматриваться как факторы геодинамической и геохимической экологических функций геологической среды литосферы, определяющих жизнедеятельность лосося (и др. гидробионтов) в реках и озёрах в пресноводный период жизни его молоди.

Речная сеть региона на подавляющей территории наследует разломную тектонику диагональной и ортогональной планетарной сети трещиноватости зоны

перехода от континента к океану. Разломная тектоника выражена множеством зон, преимущественно линейных, нарушений сплошности геологических комплексов, протяжённостью до десятков и сотен километров, с вертикальными и горизонтальными перемещениями соседних блоков.

Эти нарушения наследуют реки Срединного и Восточного хребтов Камчатки, юго-запада Корякского нагорья и Пенжинского кряжа. Здесь реки заложены в вулканических, метаморфических и вулканогенно-осадочных комплексах (*Карта полезных ископаемых...*, 1999) в структурно-формационных зонах (СФЗ) региона: Центрально-Камчатской (ЦК СФЗ), Восточно-Камчатской (ВК СФЗ), Курило-Южно-Камчатской (КЮК СФЗ), Западно-Камчатской (ЗК СФЗ), Олюторской (О СФЗ), Пенжинской (П СФЗ) (*рис. 6*). Долины рек в этих комплексах преимущественно прямолинейны с чёткими бортами, большим продольным уклоном и др. характеристиками, свойственными расчленённому горному рельефу. Другая группа рек локализуется в крупных орографически выровненных тектонических структурах, сложенных вулканогенно-осадочными и осадочными комплексами.

В Западно-Камчатской СФЗ это средние и нижние течения рек, берущих начало на западных отрогах Срединного хребта Камчатки. Здесь раскинулась Западно-Камчатская низменность с широкими руслами рек, их меандрами и старицами, множеством болот и озёр, заливаемых в половодье.

В Пенжинской СФЗ это средняя и нижняя часть бассейна р. Пенжина с геоморфологией, близкой к геоморфологии Западной Камчатки. Между Центрально-Камчатской СФЗ и Восточно-Камчатской СФЗ расположена Центрально-Камчатская депрессия – низменность с бассейном р. Камчатки. Все её притоки берут начало в вулканических и вулканогенно-осадочных комплексах двух названных зон. Геоморфология речной сети в общем плане близка к геоморфологии Западной Камчатки: горный облик верховьев и равнинный – в нижних течениях.

В Олюторской СФЗ нерестовые районы образованы бассейнами протяжённых рек Вывенки, Пахачи, Апуки и другими несколько меньшими по протяжённости реками. Первая – протекает по осадочным, другие – по вулканогенно-осадочным, часть рек – по вулканогенно-кремнистым формациям. Долины рек – широкие с небольшим уклоном, с многочисленными озёрами.

Система нерестовых рек региона связана с различными тектоническими

структурами с их разломно-блоковой тектоникой, сформировавшими вышеназванные структурно-формационные зоны. Геоморфология нерестовых рек и их речных бассейнов разных структурно-формационных зон характеризуется как общностью элементов, так и их различием. Поэтому исследование влияния этого геодинамического фактора на ихтиологию лосося, видимо, находится на уровне качественных построений для каждого водотока. В нашем исследовании этот фактор пока не нашел места. Невозможно пока и учесть, при общем решении проблемы, даже качественно, влияние на жизнедеятельность лосося источников подземных пресных, минеральных, холодных и термальных вод. Это также вопрос будущих системных исследований.

Вещественный состав горных пород геологического субстрата, дренируемых водами нерестовых рек лосося, с геоэкологических позиций можно разбить на две группы: вулканогенно-осадочные, целиком абиотического состава, и вулканогенно-осадочные, содержащие ископаемое органическое вещество углесодержащих пород. Их вещественный состав определяет гидробиохимию вод нерестовых рек – среду обитания их гидробионтов.

#### **IV.2. Биогеоценоз тихоокеанского лосося нерестовых рек**

Феномен тихоокеанского лосося автор начал изучать, как показано в разделе II.1 «Научно-исследовательские разработки, с обобщением методических аспектов строительства ООПТ», с общей оценки распределения его потенциальных запасов в реках нерестилищ 26 нерестовых районов. Она определена как частное деление биомассы пяти промысловых видов каждого района на площадь основных его нерестилищ (*таблица № 1*). Из таблицы очевидно, что по параметру удельной биомассы районы отличаются на 1-2 порядка, т.е. принципиально. Если же этот параметр отнести к площади нерестового района (которая всегда больше площади его основных нерестилищ), то этот параметр станет ещё более разительно отличным. Это стало основанием для направления дальнейшего исследования феномена на базе биогеоценотической методологической концепции, в которой тихоокеанский лосось и геологическая/гидрогеологическая среда обитания являются взаимоинтегрированными.

Положение  
нерестовых районов тихоокеанского лосося  
по удельной биомассе в общей схеме нерестовых районов  
Корякско-Камчатского региона  
(Камчатский край)

*Таблица № 1*

№№ на схеме Камчат НИРО	Суммарная биомасса пяти промысловых видов нерестовых районов, т	Суммарная площадь основных нерестилищ нерестовых районов, кв. км	Удельная биомасса площади нерестилищ районов, т/км <sup>2</sup>	Уд. вес р-на в общей биомассе нерестовых районов (расчёт), %%	Ранг района (согласно графе № 4)
1	2	3	4	5	6
1	375,5	1200	0,31	0,05	24
2	2108,8	2100	1,0	0,31	6
3	1691,5	350	4,82	0,25	12
4	12203,4	3500	3,49	1,77	13
5	2871,2	2300	1,25	0,42	16
6	2187,7	3900	0,56	0,32	20
7	2688,9	5000	0,51	0,39	22
8	1782,5	3200	0,56	0,26	21
9	65463,5	35900	1,93	9,51	15
10	4157,5	6700	0,62	0,60	19
11	64728,5	8200	7,89	9,40	9
12	23224,2	1600	14,50	3,37	3
13	6524,6	800	8,15	0,95	8
14	45421,5	3300	13,76	6,60	4
15	2224,5	400	5,56	0,32	11
16	23590,8	11000	2,14	3,43	14
17	23194,0	21500	1,10	3,37	17
18	2292,5	13400	0,17	0,33	25
19	1754,0	17540	0,01	0,25	26
20	5503,8	8600	0,64	0,80	18
21	17723,2	45000	0,39	2,57	23
22	74975,5	12800	5,86	10,89	10
23	80593,8	7900	10,20	11,71	5
24	44622,0	2300	19,40	6,48	1
25	87579,0	9400	9,32	12,72	7
26	88918,4	6000	14,82	12,92	2
	Σ= 688400,8				

При дальнейшем исследовании геологического субстрата биогеоценоза лосося читатель должен иметь в виду один важнейший аспект соотношения его биологической системы и субстрата. Этот аспект состоит в том, что средой его обитания являются воды нерестовых рек, которые являются объектом исследования. В свою очередь, воды являются функцией вещественных составляющих, дренируемых ими твёрдых отложений геологических систем субстрата. Аргументами этих отложений является геохимический вещественный состав систем, который переносится в нерестовые воды и формирует гидрохимию нерестовых рек. Гидрохимия, в свою очередь, формирует среду, в которой нерестует взрослый лосось и

растет молодь анадромных лососей и других гидробионтов нерестовых рек.

Далее приведём результаты исследования геологического субстрата биоценоза тихоокеанского лосося в хронологической последовательности их получения.

Феномен дикого тихоокеанского лосося на Северо-Востоке Азии общеизвестен. Он заключён в фантастической продуктивности нерестовых рек, достигающей для отдельных нерестовых районов удельной продуктивности десятков-сотен тонн на квадратный километр площади нерестилищ района! (*Яроцкий, 1995 г.; 1995; 1996 а, в, г; 1997а, б и др.*). Вторая сторона феномена – в пресноводном периоде жизни молоди лосося. Мальки живут в родной реке, в зависимости от вида, от полугода до 3-5 лет, а некоторая часть – до 5 лет! В этот период молоди требуется определённая кормовая база. Её формирование в бассейнах нерестовых рек происходит за счёт фитопланктона, зоопланктона, разнообразных насекомых. Исходной для неё является, в известной мере, и органика сненки (отмёршие лососёвые после нереста). Однако определённой картины в количественном измерении этого источника в ихтиологии лосося нами не встречено.

Поэтому нами принят геоэкологический подход в поисках связи кормовой базы тихоокеанского лосося и его геологической среды обитания с надеждой на получение ответа о природе этого феномена. Для этой цели проведен качественный анализ положения нерестовых рек на географической карте Корякско-Камчатского региона. Оценивалось: соотношение положения рек и источников их питания – ледников, снежников, источников подземных пресных и минеральных холодных и термальных вод; интенсивность среднегодового стока; гидрохимические и физические характеристики вод (химический состав, жёсткость, мутность); геологический разрез субстрата рек, техногенные и антропогенные факторы.

Качественные оценки не дали определённого корреляционного результата даже в первом приближении! Вместе с тем, наметилось некое разделение рек по продуктивности лосося на «богатые» и «бедные». Из этого стало ясно, что имеется два типа геологического субстрата этих рек: геологический разрез с органоминеральным веществом (углями и рассеянным углистым веществом) и исключительно минеральным (вулканические, вулканогенно-кремнистые, песчано-глинистые породы) составом горных пород.

КАРТА  
 БИОГЕОЦЕНОЗА ТИХООКЕАНСКОГО ЛОСОСЯ НЕРЕСТОВЫХ РЕК  
 КОРЯКСКО-КАМЧАТСКОГО РЕГИОНА

Масштаб 1:1 500 000

Составил Г.П. Яроцкий, 1997 г. с дополнениями 2000-2009 гг.

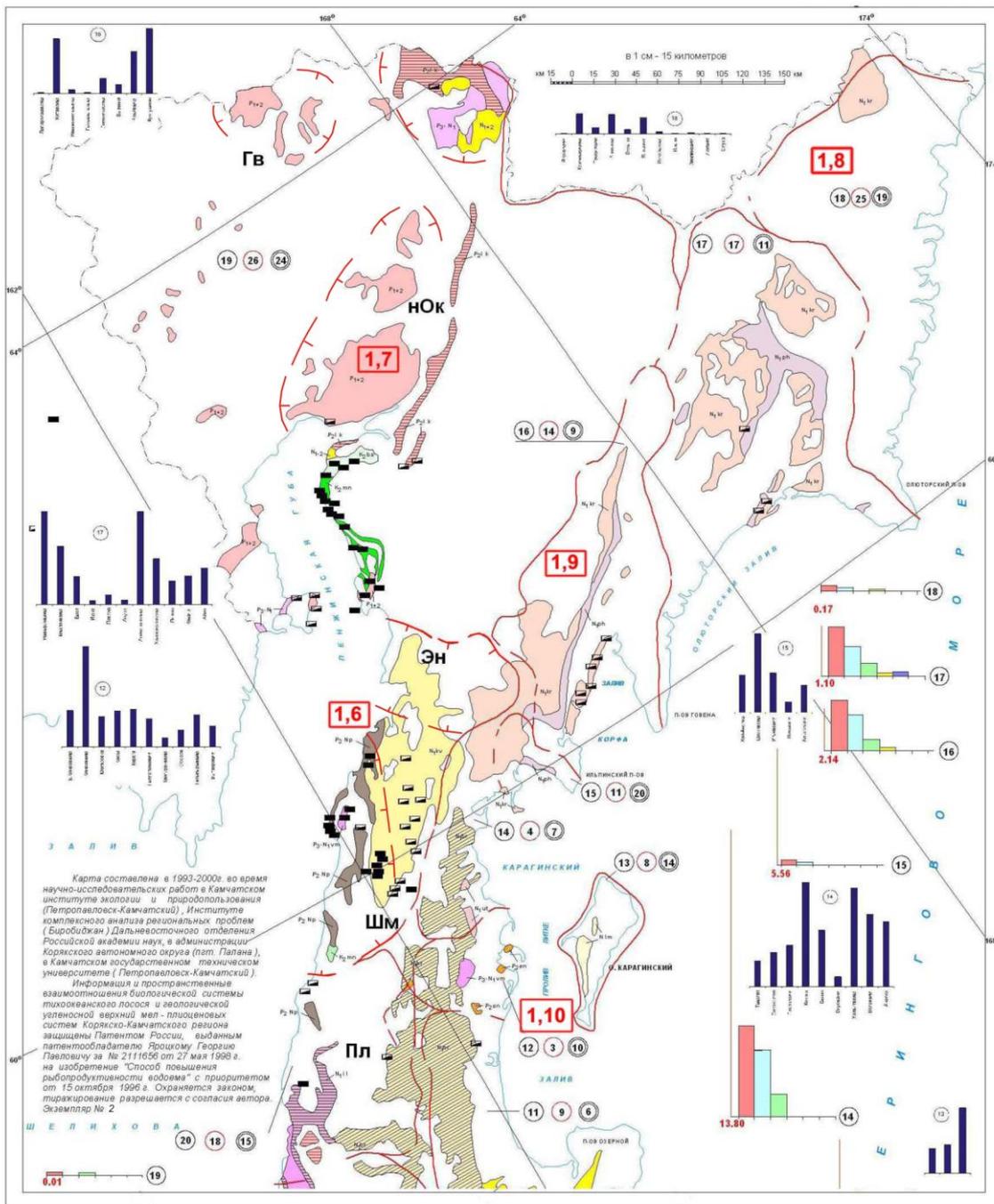
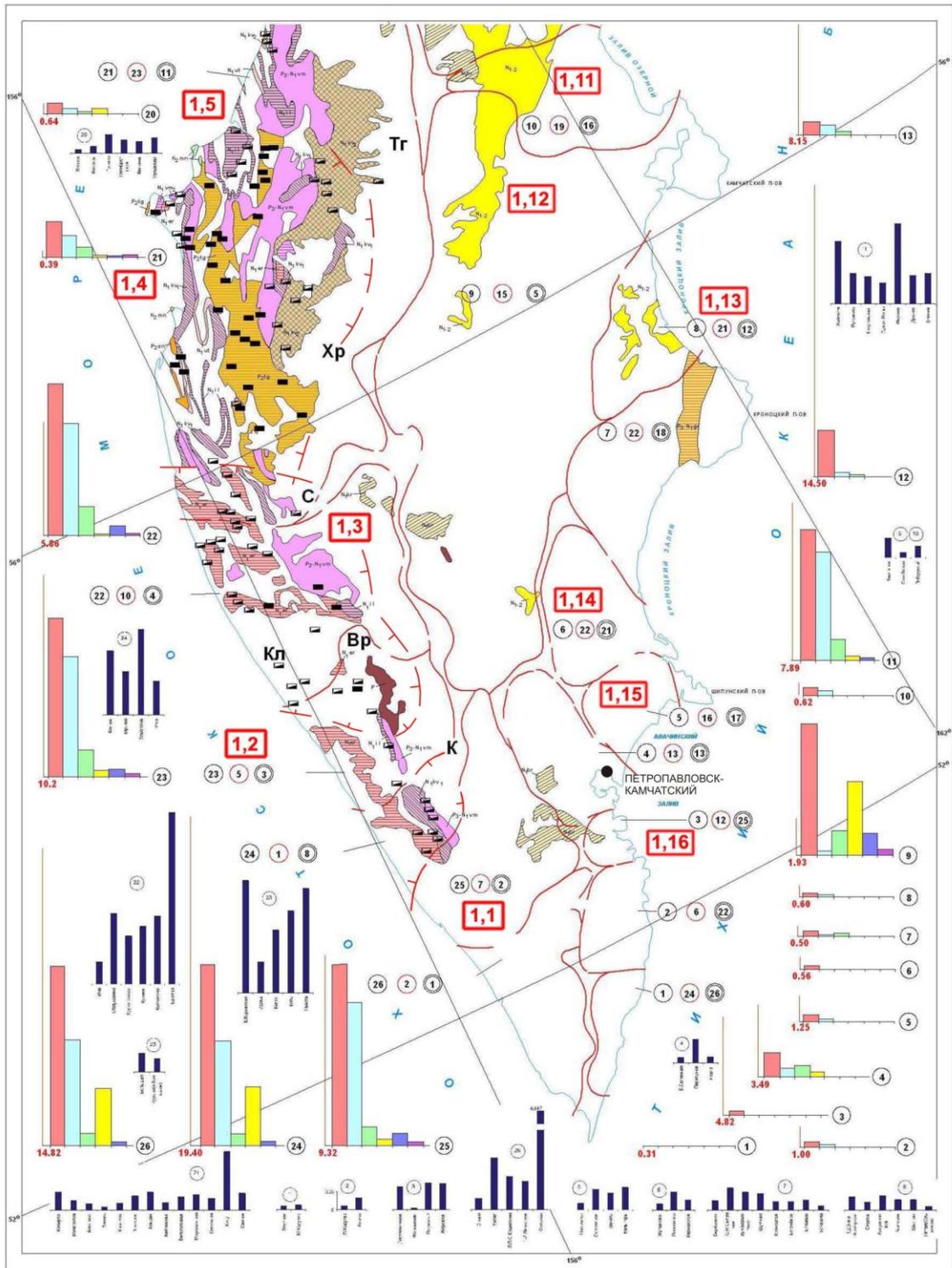


Рис.3. Положение рекомендуемых локальных лососёвых ООПТ в нерестовых районах Камчатского края (северная половина региона)



**Рис. 4.** Положение рекомендуемых локальных лососёвых ООПТ в нерестовых районах Камчатского края (южная половина региона)

## УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

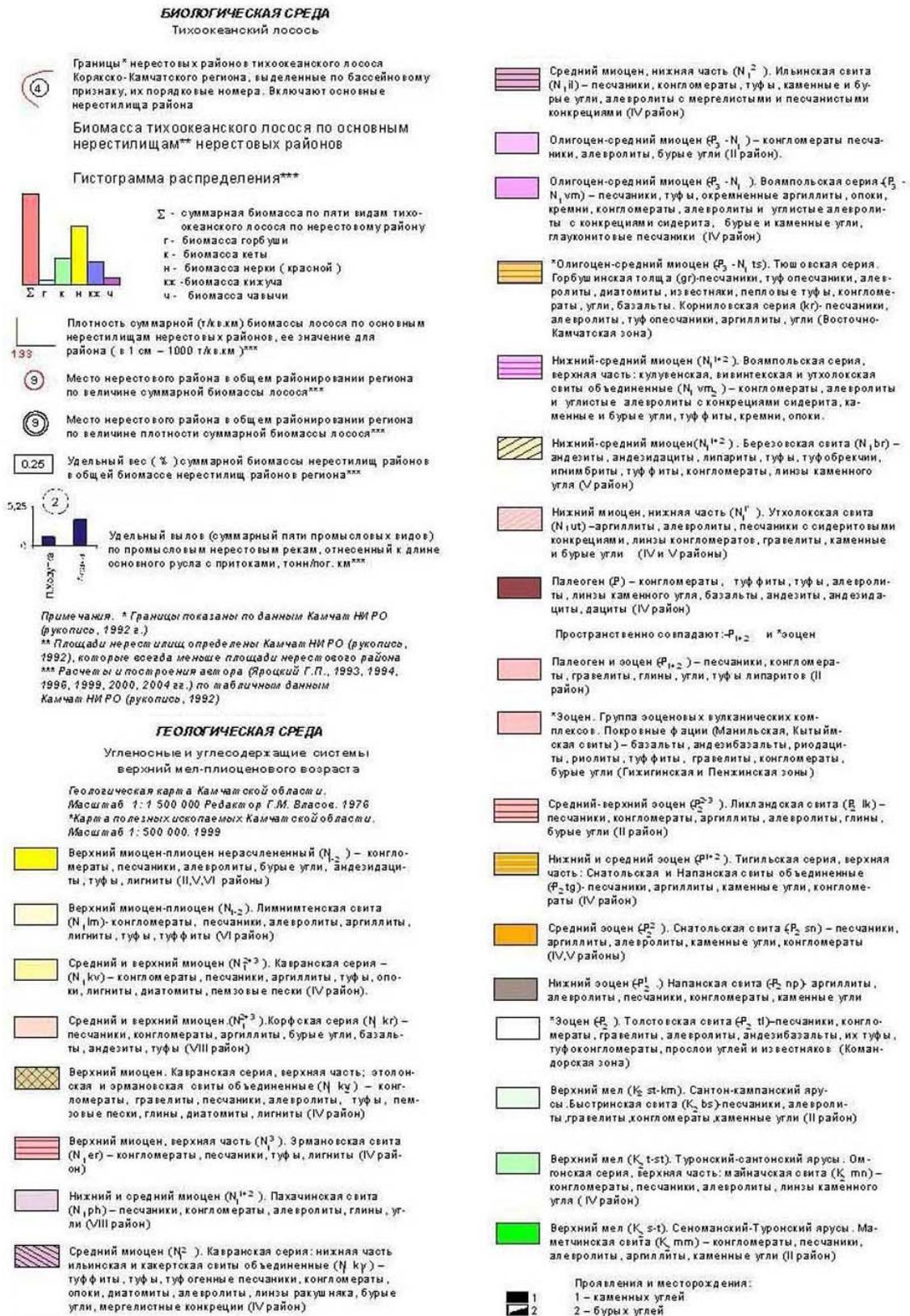
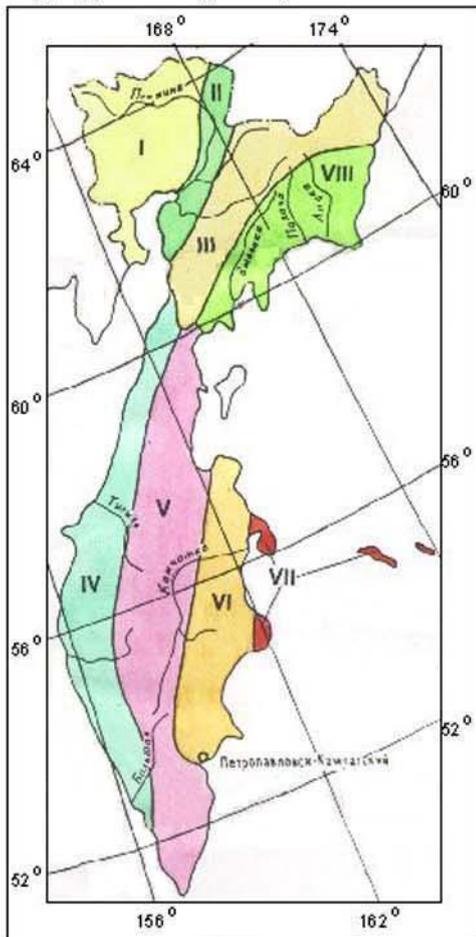


Рис. 5. Условные обозначения к рис. 3 и 4

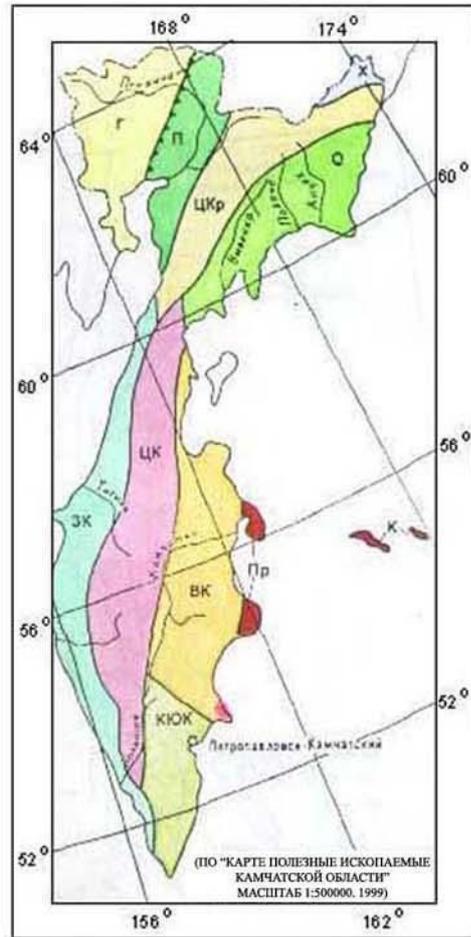
**СХЕМА**  
размещения основных районов  
Корякско-Камчатского региона  
с различными местными стратиграфическими  
подразделениями дочетвертичных отложений



**РАЙОНЫ**

- |  |   |
|--|---|
| Правобережье р. Пенжина и полуостров Тайтонос - I                          | Срединный, Южно-Быстринокий хребты и Центральная Камчатская депрессия - V                   |
| Пенжинский край, Таловские горы, Пенжинская депрессия - II                 | Хребты Валагинский, Ганальский, Тумрок, Кумроч, полуостров Озерной, остров Карагинский - VI |
| Центральная часть Корякского нагорья - III                                 | Кроноцкий и Камчатский полуострова, Командорские острова - VII                              |
| Западно-Камчатская низменность и западные предгорья Срединного хребта - IV | Бассейны рек Вывенка, Пахача, Алука - VIII  |
- (по "Геологической карте Камчатской области" Масштаб 1:1 500 000, 1976)

**СХЕМА**  
геологического районирования  
Корякско-Камчатского региона



- |  |   |
|--|---|
| Верхояно-Чукотская складчатая область        | Олюторская - O                                |
| Гижигинская структурно-формационная зона - Г | Западно-Камчатская - ЗК                       |
| Корякско-Камчатская складчатая область       | Центрально-Камчатская - ЦК                    |
| Структурно-формационные зоны                 | Восточно-Камчатская - ВК                      |
| Пенжинская - П                               | Приокеанская - Пр                             |
| Центрально-Корякская - ЦКр                   | Курило-Южно-Камчатская - КЮК                  |
| Хатырская - Х                                | Алеутско-Аляскинская складчатая область       |
|  | Командорская структурно-формационная зона - К |

**БИОГЕОЦЕНОЗ НЕРЕСТОВЫХ РЕК**



Границы нерестовых районов тихоокеанского лосося, определенные по границам разновозрастных угленосных отложений

Промысловые нерестовые районы, в т. ч. возможные, выделенные по геологическим угленосным и угледержащим разновозрастным комплексам (бергштрихи направлены внутрь районов):

- |                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| Гв - Гижигейгейемский | Тг - Тигильский   |
| Чр - Чернореченский   | Хр - Хайрюзовский |
| Эн - Энгельгейемский  | С - Солочный      |
| НОк - Нижне-Окланский | Кл - Колпаковский |
| Шм - Шаманкинский     | Вр - Вороховой    |
| Пл - Паланский        | К - Кихчикий      |

**1,8** Рекомендуемые локальные лососёвые ООПТ в нерестовых районах Камчатского края

**ПРОЧИЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

- Населенные пункты (села, поселки):
- 1 - районные центры,
  - 2 - прочие

--- Граница Корякско-Камчатского региона (в границах Корякского автономного округа и Камчатской области)

ПРИМЕЧАНИЕ: \* обозначение стратиграфических систем по "Карте полезных ископаемых", 1999

**Рис. 6.** Условные обозначения к рис. 3 и 4

Огромная территория региона занята углесодержащим геологическим разрезом с выходами его на поверхность, а большая его часть скрыта под наносами. Угленосные отложения геологических систем присутствуют во всех СФЗ региона и дренируются нерестовыми реками (рис. 3-б; 7).

С получением автором в 1991 г. в бывшем «Камчатрыбпроме» Министерства рыбного хозяйства СССР у ген. директора В.П. Потапенко (г. П.-Камчатский) карты «Сырьевая база лососей Камчатской области» по 143 промысловым нерестовым рекам Камчатской области с фактическим валовым выловом лосося за 1988-90 гг. и прогнозной таблицей валового вылова на 1991-95 гг., стал возможен количественный подход. Вылов дан суммарно по пяти промысловым видам (горбуша, кета, кижуч, нерка, чавыча). Появилась возможность определить количественный параметр – удельный вылов (т) на длину реки (км). Для этого по топографической карте масштаба 1:1 000 000 определена длина основного русла с притоками более 10 км, и, путём деления среднего вылова по реке на общую длину, был получен промысловый показатель – удельный вылов (т/пог.км) по каждой из 143 промысловых нерестовых рек Камчатки и Корякии.

Другой количественной характеристикой являются построенные нами гистограммы удельной продуктивности пяти промысловых видов 26 площадей основных нерестилищ нерестовых районов. Фактические данные по продуктивности получены из отчета КамчатНИРО по НИР, выполненных институтом по договору с Тематической экспедицией ПГО «Камчатгеология» (Маргулис и др., 1993г.) по инициативе автора настоящей монографии.

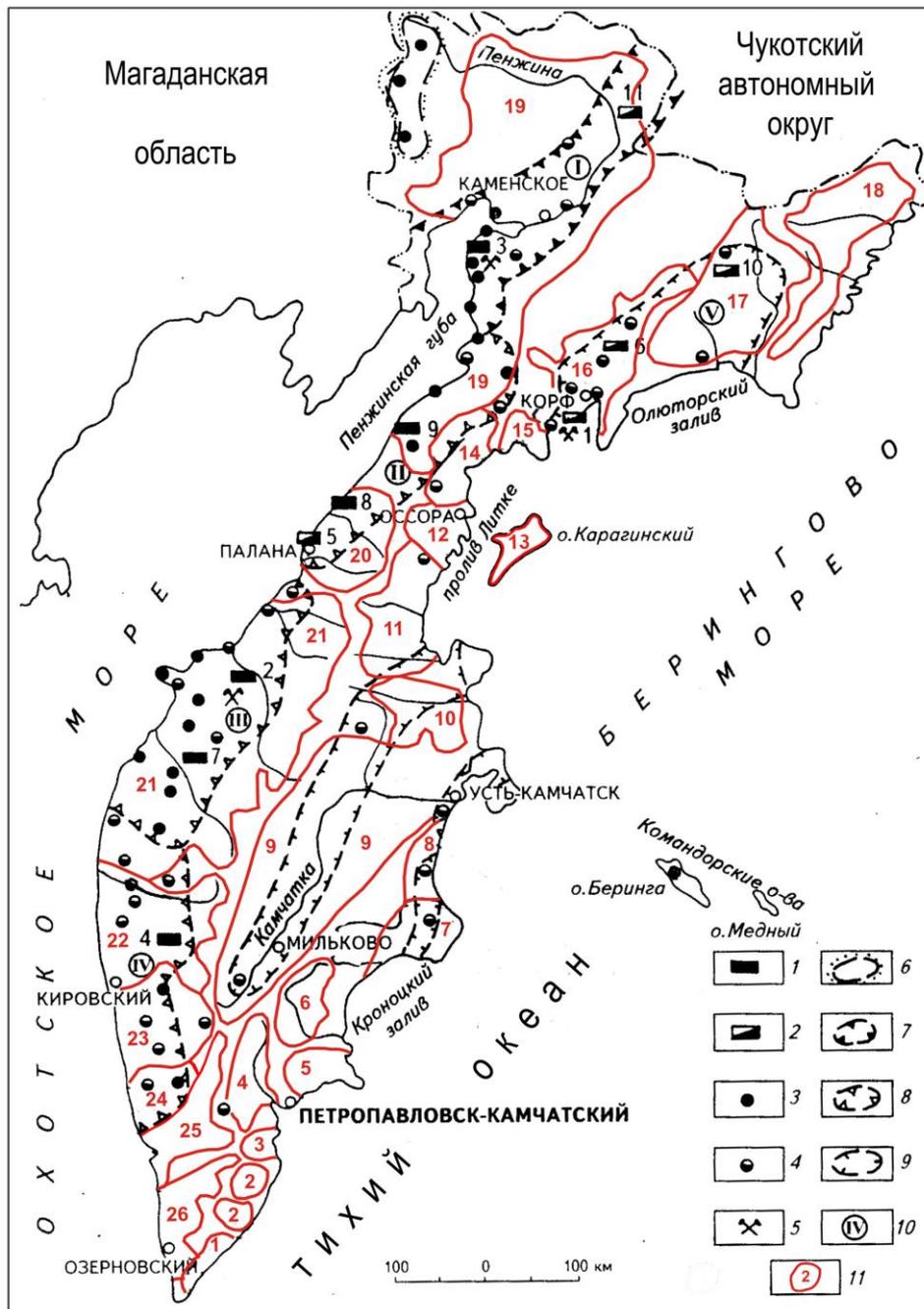
***Гистограммы удельного вылова по 143 промысловым рекам и удельной продуктивности площади основных нерестилищ 26 нерестовых районов стали основанием для поисков связи экосистемы лосося со средой обитания.*** Фактически эти гистограммы характеризуют лососёвую биологическую систему рек как консументов вместе с другими гидробионтами.

Демонстрация «Карты биогеоценоза тихоокеанского лосося нерестовых рек Корякско-Камчатского региона» на *рисунках 3, 4, 5 и 6* преследует цель показа взаимоотношений биоценоза и среды его обитания в геологическом пространстве региона и определения положения рекомендуемых в дальнейшем локальных ООПТ по его исследованию.

Геологическую основу карты составляет «*Геологическая карта Камчатской области*» масштаба 1:1500 000 (1976), с которой вынесены все углесодержащие образования кайнозойской эпохи угленакопления (рис. 7). Эпоха является надрегиональной, ее месторождения простираются от Амурской области по Чукотский автономный округ, охватывая Приамурье, Приморье, Дальний Восток, Сахалин и Северо-Восток Азии – Примагаданье, Камчатку, Корякию, Чукотку. Геологическая карта составлена в «Схеме геологического районирования», в которой определены легенды структурно-формационных зон территории Корякско-Камчатского региона. В 1999 г. издана вторая геологическая карта Камчатской области (включающая собственно область и Корякский автономный округ) – «*Карта полезных ископаемых Камчатской области масштаба 1:500000*». Она является итогом завершения на территории региона геологической, аэромагнитной и гравиметрической съемок масштаба 1:200000, материалы которых легли в геологическую основу карты. Структурно-формационное районирование сохранилось для материковой части, Западной и Центральной Камчатки. Более детальное деление получила Восточная Камчатка (рис. 6).

В качестве подробной иллюстрации биогеоценоза тихоокеанского лосося в геологическом пространстве, на рисунках 8 и 9 приведено соотношение удельного вылова и геологического разреза (*Карта полезных ископаемых...*, 1999) по Западной Камчатке. Удельный вылов дан для: основного русла, для основного русла с притоками длиной менее 5 км, для основного русла с притоками более 5 км и для общей длины реки (рис. 9). На рисунках видно, что для всех них характерно пропорциональное соотношение параметра длин рек, и для общей характеристики достаточно использовать удельный вылов в расчете на общую длину реки. Остальные параметры потребуются при более глубоком анализе связи биологической системы лосося с геологической средой и пока ещё не рассматриваются.

Приведенный геологический разрез характеризует место его пересечения с промысловой рекой. А параметр удельного вылова отнесен ко всей длине основного русла, которое вместе с притоками пересекает разную по размерам площадь выходов геологических комплексов, в т.ч. угленосных отложений.



**Рис. 7.** Схема размещения угленосных районов, месторождений, углепроявлений (по «Угольная база России», 1999) и нерестовых районов тихоокеанского лосося (по материалам КамчатНИРО, см. Маргулис и др. 1993 г.) Камчатской области

1 – месторождения каменных углей; 2 – месторождения бурых углей; 3 – выходы пластов каменных углей; 4 – выходы пластов бурых углей; 5 – месторождения эксплуатируемые. Границы распространения угленосных отложений: 6 – нижнего мела, 7 – верхнего мела, 8 – палеоген-неогеновых, 9 – неогена. Угленосные районы (10): I – Пенжинский, II – Пусторецко-Паланский, III – Тигильский, IV – Крутогоровский, V – Олюторский. Месторождения. Разрабатываемые: 1 – Корфское, 2 – Тигильское, 3 – Гореловское. Разведанные: 4 – Крутогоровское, 5 – Паланское, 6 – Хаилинское. Опоискованные: 7 – Хайрюзовское, 8 – Лесновское, 9 – Подкагерное, 10 – Эчваямское, 11 – Чернореченское

Дополнение: 11 – границы нерестовых районов тихоокеанского лосося и их номера (Маргулис и др., 1993 г.). См. также рис. 3-6

Этот аспект промысловой реки говорит о не полном отражении связи продуктивности рек с геологическим субстратом. Логичной будет корреляция параметров вылова и продуктивности с площадью дренирования угленосных отложений водосбором реки. Но и этот параметр будет неадекватным отражением влияния субстрата, в силу неизвестности мощности дренируемого разреза, угленосности (процентное содержание вещества) разреза, степени углефикации, объёма поступающего в реку углистого вещества и других параметров.

Тем не менее, из разреза очевиден один вывод: удельный вылов прямо коррелируется с возрастом и составом угленосных отложений. Возраст определяет степень метаморфизма углистого вещества и его химический состав. В общей схеме, удельный вылов в нерестовых реках на площади распространения молодых (миоцен-плиоценовых) слабо метаморфизованных бурых углей в три и более раз выше, чем на более древних (эоценовых) сильнее метаморфизованных каменных углей. На геологической карте граница между этими площадями проходит между реками Облуковина и Ича.

Не вдаваясь пока в подробности, скажем, что объяснение этому лежит в составе размываемых водами нерестовых рек каменных и бурых углей геологического субстрата. Большая степень метаморфизма в каменноугольных породах приводит к преобразованию и исчезновению в них непереработанных ископаемых органических веществ, к повышению плотности и устойчивости к механическому разрушению, к изменению соотношения химических элементов и их растворимости. Свойства бурых углей более подробно описаны ниже (стр. 94, 107).

В таблице № 2 приведена обобщающая характеристика вылова по рекам района (см. также рис. 29-53) на стр. 153-179).

Средний вылов (т/пог. км) по промысловым рекам Корякии и Камчатки

Таблица № 2

Геологический разрез промысловых рек	Число рек в разрезе	Средний удельный фактический (за 1988-1990гг.) вылов, отнесённый к длинам				ПРИМЕЧАНИЕ
		L <sub>1</sub>	L <sub>4</sub>	L <sub>5</sub>	L <sub>6</sub>	
1	2	3	4	5	6	7
Угольный	72	4,86	1,61	0,95	0,70	Параметры L <sub>1</sub> , L <sub>4</sub> , L <sub>5</sub> , L <sub>6</sub> см. рис. 9
Безугольный	63	0,94	0,50	0,22	0,20	

Примечание: Исключены реки с озёрными, лиманными, лагунными типами нерестилищ



	<u>Четвертичная система</u>	<u>Проявления, месторождения, их номера</u> <u>(на линии разреза и снесённые на него)</u>
Q	Покровные фации. Базальты, андезиты Водно-ледниковые отложения	
N <sub>2</sub> -Q <sub>E</sub> it	Иткинская толща. Песчаники, гравийники, галечники, глины, торфяники	☐ Торф
N <sub>2</sub> en	Плиоцен. Энемтенская свита. Песчаники, конгломераты, <b>угли бурые</b>	☐ Бурые угли
	Миоцен.	☐ Бурые угли в скважинах
N <sub>1</sub> er	Эрмановская свита. Песчаники, диатомиты, <b>лигниты, угли бурые</b>	☐ Каменные угли
N <sub>1</sub> et	Этолонская свита. Песчаники, конгломераты, алевролиты, туфы	☉ Источники минеральных вод
N <sub>1</sub> kk	Какертская свита. Туфопесчаники, алевролиты, диатомиты	
N <sub>1</sub> il	Ильинская свита. Песчаники, алевролиты, <b>угли каменные</b>	<u>Геологические границы</u>
N <sub>1</sub> vv+kl	Вывентекская и кулувенская свиты нерасчленённые	— Согласные
	Туффиты, песчаники	⋯ Несогласные
	Олигоцен	⋯ Фациальные
P <sub>3</sub> ut	Утхолокская свита. Туфы, аргиллиты, алевролиты, <b>угли каменные</b>	— Разломные
	Эоцен	
P <sub>2</sub> kv	Ковачинская серия. Аргиллиты, алевролиты, глины	0°   350° Место излома направления геологического разреза
P <sub>2</sub> sn	Снатольская свита. песчаники, алевролиты, <b>угли каменные</b>	☐ 22 Номера нерестовых промысловых районов лосося, по геосистемному принципу их границы
P <sub>2</sub> kn	Кинкильская свита. Базальты. андезиты песчаники, алевролиты	<u>Удельный вылов, т/пог.км</u>
P <sub>2</sub> np	Напанская свита. Аргиллиты, песчаники, <b>угли каменные</b>	☐ A <sub>1</sub> - в расчёте на длину основного русла, L <sub>1</sub> км
	Верхний мел-палеоцен	☐ A <sub>2</sub> - в расчёте на длину основного русла с притоками длиной > 10 км, L <sub>4</sub>
K <sub>2</sub> -P <sub>2</sub> up	Усть-паланская свита. Туфы базальтов, алевролиты, аргиллиты	☐ A <sub>3</sub> - в расчёте на длину основного русла с притоками длиной < 10 км, L <sub>5</sub>
		☐ A <sub>4</sub> - в расчёте на общую длину, L <sub>6</sub>
		<i>Примечание: длина основного русла и его притоков взяты из "Ресурсы...", 1966, табл. 20</i>

**Рис. 9.** Условные обозначения к рис. 8.

Положение среднего течения промысловых нерестовых рек в геологическом разрезе.  
Западная Камчатка (рр. Озерная-Лесная). (Карта полезных ископаемых Камчатской области, 1999). Удельный вылов A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> A<sub>3</sub> A<sub>4</sub> (т/пог. км)

Сравнение полученного промыслового количественного параметра с геологическим субстратом (*Геологическая карта...*, 1976) показало, что удельный вылов и в других реках региона, дренирующих угленосные отложения, значительно (иногда на порядок и более) выше, чем в реках, дренирующих безугольные отложения (*рис. 3, 4, 5, 6*). Этот факт стал обоснованием Патента РФ № 2111656 от 27.05.1998. на изобретение «Способ повышения рыбопродуктивности водоёма» (*Яроцкий, 1998 а*). Впоследствии количественная аргументация роли углистого вещества была уточнена за счёт более точного определения длин промысловых нерестовых рек с их притоками разной длины, взятых из справочника «*Ресурсы...*» (1966). При этом была принята новая схема геологического районирования территории (*Карта полезных ископаемых...*, 1999), в легенде которой составлены *рисунки 5 и 6*.

Одним из принципиальных изменений легенды «*Карты полезных ископаемых...*» (1999), по сравнению с легендой «*Геологической карты...*» (1976), стало изъятие в ее Центрально-Камчатской структурно-формационной зоне стратиграфического таксона березовской свиты (нижний-средний миоцен), которая содержит каменный уголь. По территориальному распространению свиту можно рассматривать как региональный маркер, картируемый через весь полуостров Камчатка. Некоторые исследователи (*Демидов, 1968 г.*) считают, что на материковой части региона ее аналогом является корфская свита (средний-верхний миоцен). В Олюторской структурно-формационной зоне «*Карты полезных ископаемых...*» (1999) это медвежкинская и классическая свиты миоцена.

В легенде «*Карты полезных ископаемых...*» (1999) на площадях ранее выделяемой березовской свиты, выделен и ряд новых стратиграфических таксонов. И их особенностью также является исчезновение из описания легенд каменных углей. Таким образом, из характеристики геологического разреза Центрально-Камчатской структурно-формационной зоны исчез важнейший региональный репер – маркер кайнозойской эпохи угленакопления – углистость.

Первая группа аргументов, обосновывающих ведущую роль углесодержащего геологического субстрата в биогеоценозе лосося, приведена на *рисунках 10 и 11*. Здесь дан параметр удельного вылова по группам промысловых нерестовых рек, дренирующих угленосный и безугольный субстрат. Параметр отнесён к об-

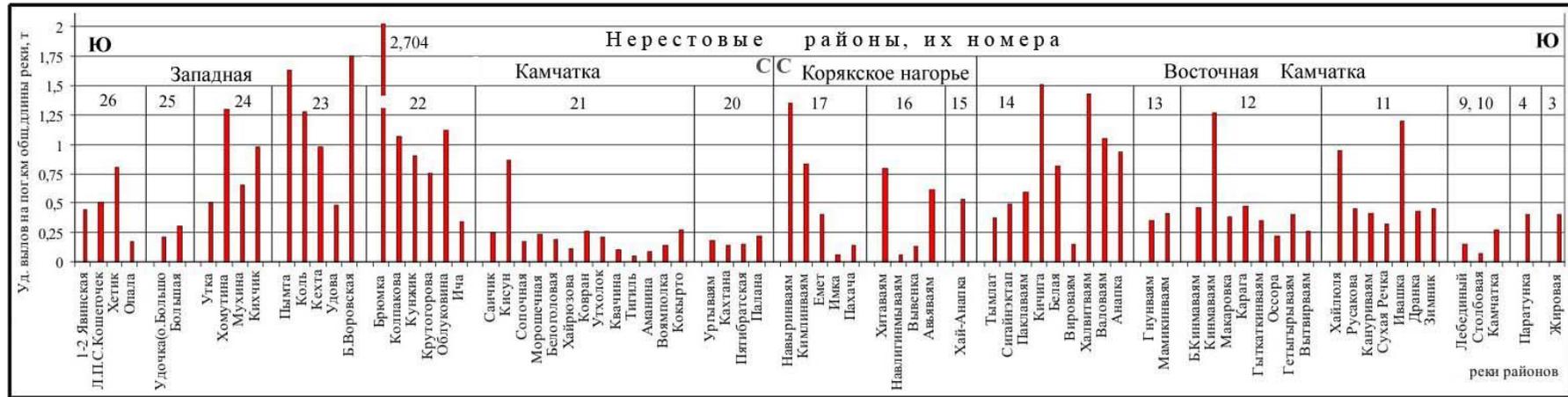
щей длине  $L_6$  (см. также рис. 9) промысловых нерестовых рек региона.

Второй группой аргументов высокой продуктивности углесодержащего геологического субстрата нерестовых районов в сравнении с безугольным геологическим субстратом, является гистограмма распределения суммарной (валовой) биомассы пяти промысловых видов лососей промысловых нерестовых рек по основным нерестилищам нерестовых районов Камчатского края (рис. 12). Она построена автором по фактическим данным, уже упоминавшейся выше, «Схемы распределения нерестовых водоемов лососей на территории Камчатской области на карте масштаба 1:1 000 000» (Маргулис и др., 1993 г.).

Распределение хорошо отражает зависимость биомассы от положения площадей районов в геологическом пространстве. Это видно на районах №№ 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и, особенно, №№ 21, 22, 23, 24, 25. Сравнение рисунков 3, 4, 5, 6 и рисунка 12 показывает, что районы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15 и 18 являются «безугольными», а районы 11, 12, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 25 – «угольными».

Для района № 20 характерны каменные угли. Район № 19 фактически не облавливается, а район № 26 в рассмотрении не участвует, так как характеризуется озёрным объектом – Курильским озером, в нашем исследовании, как уже сказано выше, не рассматриваемых априори. Ниже приводится более подробный анализ соотношений биомассы и геологического субстрата. И согласно статистическим данным появляется возможность уточнения группирования районов на углесодержащие и безугольные.

На рисунке 13 а, б, в, г показаны четыре диаграммы зависимости общей биомассы тихоокеанского лосося от площади основных нерестилищ нерестовых районов. На первой диаграмме (а) эта зависимость дана для всех нерестовых районов. Как видно точки безугольных районов (красные ромбики) образуют линейно компактную группу (III), вытянутую под небольшим углом к оси площадей нерестилищ. В данную группу входят безугольные районы южной и срединной части Восточной Камчатки (исключение район № 18 на юго-востоке Корякского нагорья). Можно сказать, что, в целом (за исключением района 18), биомасса лосося растёт с увеличением площади нерестилищ. Это и отражено на диаграмме (г). На ней по точкам данных построены тренды функций: линейной и полиномиальной второй степени, с коэффициентами аппроксимации ( $R^2$ ) 0,6127 и 0,646.



**Рис. 10.** Сравнительный анализ удельного вылова т/пог. км общей длины промысловой реки L<sub>6</sub>. Реки нерестовых районов Камчатского края с угленосным геологическим субстратом (см. также рис. 9)



**Рис. 11.** Сравнительный анализ удельного вылова т/пог. км общей длины промысловой реки L<sub>6</sub>. Реки нерестовых районов Камчатского края с безугольным геологическим субстратом (см. также рис. 9)

Судя по этим коэффициентам, связь между площадью нерестилищ и биомассой лососей в безугольных районах является значимой для данной выборки. Но с другой стороны, выборка, возможно, несколько неоднородна, так как коэффициенты недостаточно большие. Это видно по величине значений районов №№ 1 и 5.

На диаграмме угольных районов (зеленые квадратики) разброс точек большой. Сделана попытка разделить точки и выделить группы (I, II, № 21 район) с учетом линейности роста общей биомассы лосося от роста площади нерестилищ. Результаты группировки отражены на диаграммах (б) и (в).

На диаграмме (б) показана группа (I) – угольных нерестовых районов: Западной Камчатки (№№ 22, 23, 24, 25, 26), Карагинского залива (№№ 11, 12, 14, 15), о. Карагинский (13). На ней по точкам данных построены тренды линейной и логарифмической функций, с коэффициентами аппроксимации 0,7097 и 0,8207 соответственно.

Учитывая это, можно сказать, что связь между ростом площадей нерестилищ и ростом биомассы лососей в угольных районах (I) группы является значимой. Причем, она, предположительно, подчиняется логарифмическому закону (сначала биомасса лосося быстро растет с увеличением площади основных нерестилищ, затем рост несколько замедляется).

На диаграмме (в) показана группа (II) – угольных нерестовых районов: Восточной Камчатки (№№ 4, 9), Западной Камчатки (№ 20), Юго-запада (№ 16) и Юго-востока (№ 17) Корякского нагорья. На ней по точкам данных построен тренд линейной функции, коэффициент аппроксимации которой 0,8469. Коэффициент высокий, потому в данном случае можно говорить о почти линейной зависимости роста биомассы лосося от площадей нерестилищ.

В целом по рисунку 13 можно сделать вывод: при росте площадей нерестилищ в нерестовых районах общая биомасса лосося наиболее медленно увеличивается в группе (III) (безугольные районы), быстрее – в группе (II) (угольные районы), и самое быстрое увеличение в (I) группе угольных районов, т.е. можно говорить о трех группах нерестовых районов, различающихся по величине валовой продуктивности (продуктивность –  $\text{tg } \alpha = \text{суммарная биомасса} / \text{площадь нерестилищ}$ , где  $\alpha$  – угол между линией линейного тренда и осью «площади нерестилищ»).

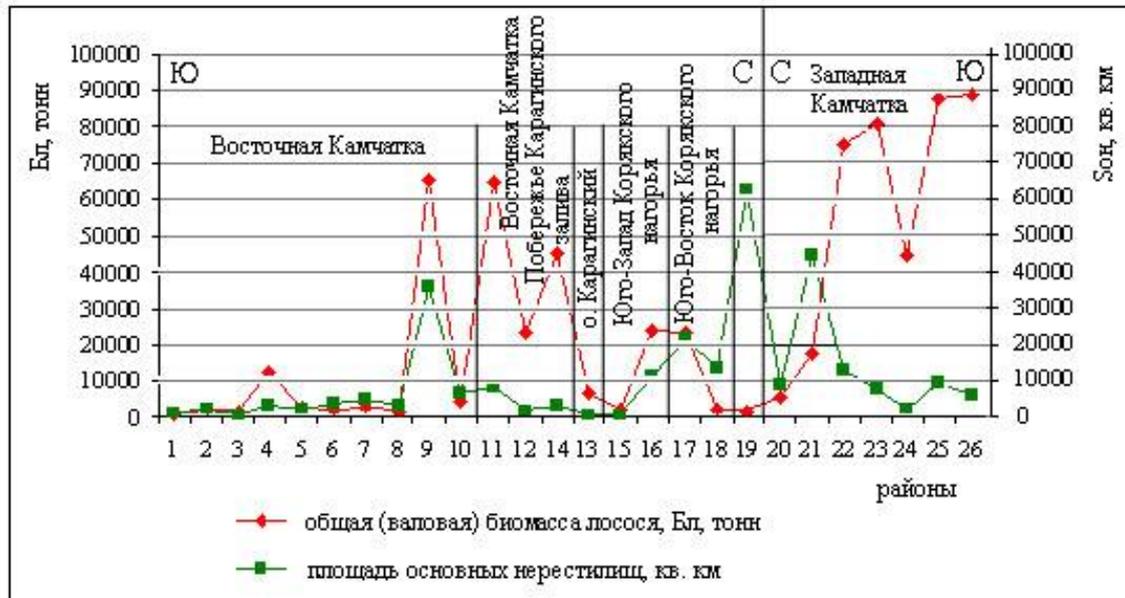


Рис. 12. Соотношения общей (валовой) биомассы лосося (Бл) и площади основных нерестилищ (Son) промысловых нерестовых районов Камчатского края

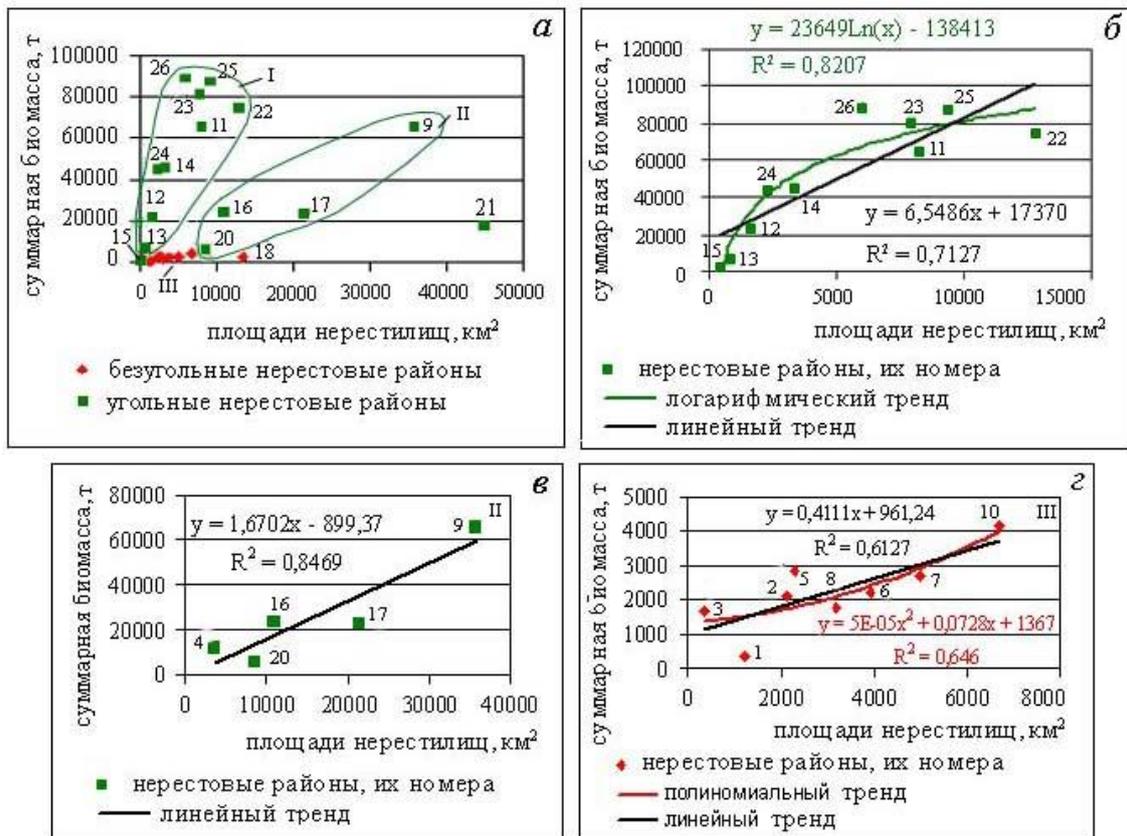


Рис. 13. Зависимость суммарной биомассы лосося от площади основных нерестилищ нерестовых районов Камчатского края: а – зависимость биомассы лосося от площади основных нерестилищ нерестовых районов; б – угольные нерестовые районы Карагинского залива, Юго-Запада Корякского нагорья и Западной Камчатки (I); в – угольные нерестовые районы (II); г – безугольные нерестовые районы (III)

Наиболее продуктивные угольные районы группы (I) ( $\text{tg } \alpha = 6,027$  – это коэффициент при  $x$  в уравнении линейного тренда). Средняя продуктивность в угольных районах группы (II) ( $\text{tg } \alpha = 1,6702$ ). И малая продуктивность в безугольных районах группы (III) ( $\text{tg } \alpha = 0,4111$ ) (*Построения и описания графиков выполнены А.В. Тарасовым*).

Дадим приближённую геоэкологическую интерпретацию полученных статистических данных о возможных связях биоценоза тихоокеанского лосося в Корякско-Камчатском регионе, с углесодержащим геологическим субстратом, т.е. интеграции биологической системы лосося и геологической среды его обитания. Для этой цели обратимся ещё раз к *рисункам 12 и 13* и сравним их.

На *рисунке 12* очевидно группирование валовой продуктивности лосося в нескольких группах, что подтверждают статистические зависимости *рисунка 13*.

Группа нерестовых районов №№ 1-8 в геологическом пространстве приурочена к безугольным площадям Восточной Камчатки. Нарушает общую картину район № 4. Этот факт связан с фактическим наличием выходов угленосных образований в виде рассеянного вещества в нескольких местах, дренируемых промышленными реками Авача (в низовьях и притоках) и Паратунка. Это не типичный «угольный» район с образованием угольных проявлений и месторождений. Тем не менее, наличие угленосности в геологическом разрезе (берёзовская свита согласно «*Геологической карте..*» (1976) вносит коррективы в районирование нерестовых районов на «угольные» и «безугольные». Таким образом, район № 4 приобретает статус «угольного». Этот вывод подчёркивает *рисунок 13 в и 13 г*.

В подобном положении оказывается и район № 9 (бассейн р. Камчатки). Восточные водотоки и притоки бассейна р. Камчатки района также дренируют угленосные образования западных склонов хребтов Восточной Камчатки. Например, крупный правый приток р. Камчатки р. Китильгина, а также рр. Валагина, Шереброкош, Денохонок и др. дренируют в своих верховьях углисто-глинистые сланцы тальниковской толщи (верхний мел-палеоцен). Многочисленные мелкие притоки рр. Китильгина, Чишей дренируют угли корниловской серии миоценового возраста (*Карта полезных ископаемых.., 1999*).

Обращает на себя внимание нерестовый район № 21 на Западной Камчатке. Он особо характеризуется распространением каменных углей напанской и сна-

тольской свит эоцена (*Карта полезных ископаемых...*, 1999).

Ещё одним аномальным районом, очевидно тяготеющим к группе безугольных районов №№ 1-3 и 5-8 Юго-Восточной Камчатки, является район № 10. Согласно «*Геологической карте...*» (1976) он приурочен к распространению пород верхнего миоцен-плиоцена (нерасчленённые отложения с лигнитами). Однако, согласно «*Карте полезных ископаемых...*» (1999) здесь развиты безугольные образования конской свиты эоцена, шагаевской – олигоцена и македонской – миоцена. Вероятно, это отразилось и на графике *рисунка 13 г*, который говорит о «безугольном» характере нерестового района. Вместе с тем, верховья р. Начики района № 10 затрагивают образования берёзовской свиты с каменными углями (*Геологическая карта...*, 1976), но промысловых рек там нет.

Аномальными являются характеристики районов №№ 13 и 15. Оба характеризуются угленосными образованиями в бассейнах нерестовых рек. Согласно «*Геологической карте...*» (1976) на о. Карагинском реки района № 13 дренируют лигниты лимнимтенской свиты верхнего миоцен-плиоцена. Однако, в легенде «*Карты полезных ископаемых...*» (1999) она отвечает безугольной конской свите эоцена.

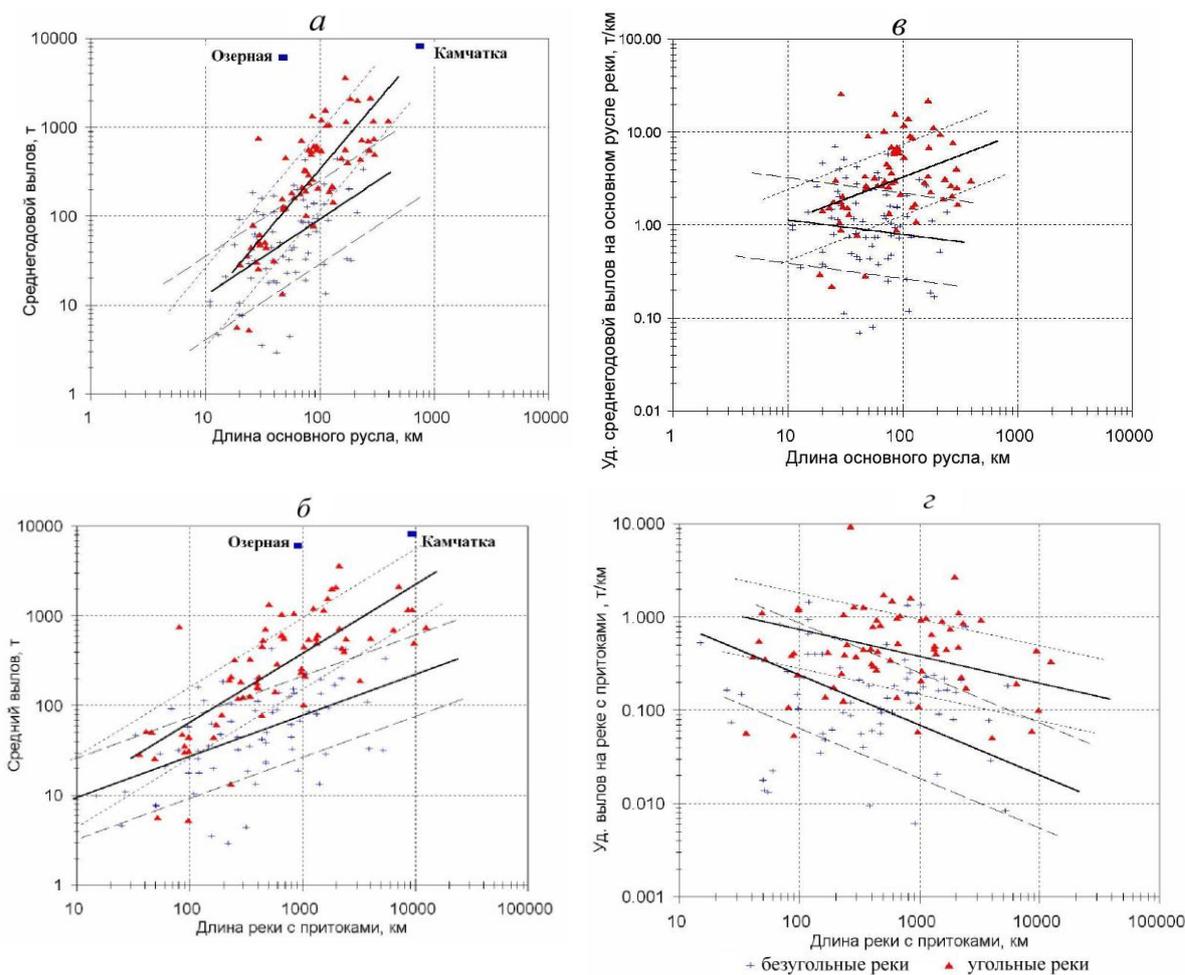
На площади района № 15 распространены образования корфской свиты среднего-верхнего миоцена с бурыми углями (*Геологическая карта...*, 1976). К сожалеению, в легенде «*Карты полезных ископаемых...*» (1999), в замещающем её миоценовом вулканическом комплексе, бурые угли оказались исключёнными. Правда, на отдельных участках района – низовье р. Альховаям и др. картируются образования свит пахачинской и медвежкинской (миоцен) с бурыми углями (проявлениями и месторождениями).

Аномалия района № 19 на крайнем северо-западе Камчатского края объясняется тем, что он хоть и самый большой в крае, но фактически не облавливается и характеризуется лишь единичной цифрой продуктивности, получение которой в отчёте не объясняется (*Маргулис и др.*, 1993 г.).

Распределение соотношений валовой биомассы и площади основных нерестилиц укладывается в схему продуктивности «угольных» и «безугольных» площадей.

Остаётся добавить, что приведённые соотношения на уровне нерестовых рай-

онов почти повсеместно подтверждаются удельным выловом по их рекам. Имеющиеся расхождения в описании нерестовых районов и их рек, выраженные в соотношениях биологических, промысловых и геологических характеристиках, являются аргументом дальнейших исследований.



**Рис. 14.** Корреляционное поле зависимостей вылова и удельного вылова от длины основного русла (а, в) и от длины русла с притоками (б, г) нерестовых рек тихоокеанского лосося Корякско-Камчатского региона

По мере совершенствования методики исследования были получены более аргументированные построения и выводы (Яроцкий, Фирстов, 2007). Определён логнормальный закон распределения длин основного русла и русла со всеми притоками. Это дало основание рассматривать корреляционные связи среднегодового вылова за период 1988-1990 гг. а также удельного вылова, с длиной основного русла и с общей длиной реки. Вылов – сумма пяти промысловых видов (горбуша, кета, кижуч, нерка, чавыча).

В корреляционную выборку включены как «угольные», так и «безугольные» промысловые реки, «углистость» и «безуглистость» которых определялась по «Карте полезных ископаемых...» (1999). Выборка состоит из 140 промысловых рек, исключая реки Камчатку и Озерную, в силу озёрного типа их нерестилищ.

Установлено, что выборочный коэффициент корреляции между логарифмом вылова и длинами угольных рек составляет 0,79 и 0,75, что значительно выше «безугольных» – 0,51 и 0,53.

Для обеих категорий рек с  $L_1 < 30$  км среднее значение  $\bar{M} \approx 30$  т, а при дальнейшем увеличении  $L_1$  происходит расхождение линий регрессий (рис. 14 а). Подобная картина (рис. 14 б) наблюдается для зависимостей  $lgM = f(lgL_2)$ , что говорит о большей зависимости продуктивности угольных рек от длин  $L_1$  и  $L_2$  по сравнению с безугольными реками. Удельный вылов на основном русле для  $У$  рек также растет при увеличении его длины, в то время как для  $БУ$  рек наблюдается слабая корреляция при среднем значении  $\bar{P} \approx 1$  т/км для всего интервала  $L_1 = 10 \div 200$  км (рис. 14 в).

Рассмотренные особенности зависимостей  $lgM = f(lgL_{1,2})$  и  $lgP = (lgL_{1,2})$  указывают на парагенезис биологической системы тихоокеанского лосося и геохимически специализированных органо-минеральных угленосных отложений геологических систем, которые благоприятно и достаточно воздействуют в период речного цикла жизни его молоди. Это происходит за счет действия двух механизмов формирования кормовой базы продуцентами-автотрофами: минеральные компоненты углей способствуют развитию фитопланктона, а их совокупность с остатками ископаемого фитопланктона и современной сненки является кормовой базой для микроорганизмов, а в целом – зоопланктона и далее – для молоди лосося в пресноводный цикл жизни. Такова общая схема формирования кормовой базы лосося и другой биоты вод нерестовых рек.

Полученные значимые количественные параметры промыслового вылова и продуктивности характеризуют геологическую среду биогеоценоза лосося. Т.е. биоценоз лосося можно рассматривать как совокупность этих гидробионтов нерестовых рек и угленосной среды обитания.

***Акцентируем главную мысль анализа биогеоценоза тихоокеанского лосося в Корякско-Камчатском регионе: с угленосным геологическим субстратом рек***

*нерестовых районов связана высокая продуктивность, превышающая такую для безугольного субстрата в несколько раз. Объяснение этому лежит в более высокой степени интеграции биологической и геологической систем для угольных районов. Она обеспечивает формирование лучшей кормовой базы гидробионтов рек.* При этом, в каждой нерестовой реке существует пищевая конкуренция, что регулируется, видимо, разным временем круглогодичного нереста разных рас и видов лосося. Для безугольной среды требуются иные доказательные положения биогеоценоза лосося и нами ещё не рассматриваются.

Одним из следствий установленных связей между биологическими и геологическими угленосными системами биогеоценоза тихоокеанского лосося, и фактических условий существования его молоди в посленерестовый период жизнедеятельности в пресной воде нерестовых рек, является вывод о полной экологичности эксплуатации месторождений угля в бассейнах нерестовых рек. В принципе, эксплуатация является подобием природного процесса, когда в реку естественным путём обрушаются подмываемые её береговые обнажения угленосных отложений, в т.ч. с пластами углей. Эти процессы обычны и многочисленны, и хорошо известны ихтиологам, геологам и местным жителям. Они не являются опасными для лосося в любой период их жизнедеятельности: во время хода на нерест и во время спуска молоди из нерестилищ. В литературе описание влияния этих процессов нами не встречено.

Кроме этого, береговые месторождения в урезах рек, пласты которых выходят на поверхность, постоянно дренируются атмосферными водами, вследствие чего в воды рек стекают так называемые пластовые воды. Они являются насыщенными растворами, содержащими водорастворимые и нерастворимые компоненты углистого вещества. Кроме этих компонентов они содержат, как предполагается, и определённые микроорганизмы. Возможно, что их специализация аналогична водным (см. приложение № 12).

### **IV.3. Карбонатные породы геологического субстрата вод нерестовых рек**

Доступные нам численные характеристики биологической системы тихоокеанского лосося по пяти промысловым видам дают достаточно очевидное пред-

ставление об отличиях каждого вида по разным нерестовым районам. Очевидно также, что такие отличия являются предметом исследования ихтиологов, которые, изучая биологию лосося, найдут этому объяснение. Нами предпринята попытка поисков объяснения этих отличий в геологической среде обитания. Как видно из *рисунков 3 и 4* и условных обозначений к ним (*рис. 5, 6*) среда обитания лосося в регионе представлена водами нерестовых рек с разнообразными геологическими комплексами их долин широкого возрастного диапазона, сутью которых является различный вещественный состав слагающих их горных пород.

Вещество горных пород берегов и днища реки оказывает основное влияние на гидрохимию вод нерестовых рек. Как известно, воды нерестилищ лосося имеют реакцию близкую к нейтральной либо слабо щелочную. Близкие значения кислотности вод характерны и для притоков основного русла.

Одним из факторов, влияющих на кислотность вод рек, являются карбонатные породы. Ниже, в описании геологического разреза в тексте (*Карта полезных ископаемых...*, 1999), они подчеркнуты, а жирным выделены углесодержащие породы, которые указаны в *легенде рис. 3-6* и подробно рассмотрены далее.

На Восточной Камчатке (Восточно-Камчатская СФЗ), от Шипунского полуострова до о. Карагинский, нерестовые реки в своих истоках дренируют карбонатизированные вулканогенно-осадочные породы тальниковской толщи верхнего мел-палеоцена (песчаники, **углисто-глинистые сланцы**, алевролиты, мергели, известняки, туфы базальтов, андезиты); ветловской свиты палеоцен-эоцена (туфы, базальты, алевролиты, известняки, песчаники, мергели); горбушинской толщи миоцена и тюшевской серии олигоцен-миоцена (песчаники, туфопесчаники, алевролиты, туфоалевролиты, диатомиты, известняки, пепловые туфы, конгломераты, **угли**, базальты), конской свиты эоцена (алевролиты, песчаники, мергели).

На Восточных полуостровах Камчатки (Приокеанская СФЗ) карбонаты дренируются в образованиях пикежской свиты верхнего мела (туфы, песчаники, алевролиты, аргиллиты, кремни, яшмы, туфогравелиты, известняки, базальты); верещагинской свиты палеоцена (туфопесчаники, алевролиты, мергели); ущельинской толщи эоцена (туффиты, мергели, туфоалевролиты, аргиллиты, известняки, песчаники, туфы, базальты).

В Срединном хребте Камчатки (Центрально-Камчатская СФЗ), где берут на-

чало реки Западной и Центральной Камчатки, весь геологический разрез не содержит карбонатных пород, отсутствуют карбонаты и на крайнем юго-востоке Камчатки (Курило-Южно-Камчатская СФЗ).

На Западно-Камчатской низменности (Западно-Камчатская СФЗ) карбонаты распространены в вулканогенно-осадочных образованиях ткаправаямской свиты эоцена (конгломераты, песчаники, алевролиты, мергели, известняки), камчикской свиты эоцена (конгломераты, песчаники, аргиллиты, ракушняки, угли), ильинской свиты миоцена (песчаники, конгломераты, туфопесчаники, алевролиты, туфы, ракушняки, угли). На этой территории карбонаты дренируются в средних и нижних течениях рек в пространстве между промысловыми реками Ича – Палана.

В Олюторской СФЗ карбонатные породы вскрываются реками в разрезе пахачинской свиты миоцена (песчаники, гравелиты, конгломераты, аргиллиты, ракушняки, бурые угли). Эти образования дренируются в пространстве между промысловыми реками Альховаям-Аниваям.

Дренирование и выщелачивание карбонатных пород водами нерестовых рек влияет на формирование показателей кислотности – эта общая их оценка. Вместе с тем, сонахождение карбонатов и углистого вещества (угли, углисто-глинистые сланцы, лигниты и т.п.) усиливает процессы их химического выщелачивания.

Так, согласно данным В.А. Михеева с соавторами (2002) процессы выщелачивания компонентов из углей гуминовых веществ, интенсифицируются путём их растворения кислотами, щелочами, растворами солей. В этом процессе из бурых углей получается гуминовое вещество, освобождённое из минерального скелета углей. Необходимо отметить и карбонатизацию углей, как естественную сторону углефикации (*Геологический словарь.., 1978*). Видимо, сонахождение солей угольной кислоты с углистым веществом приводит в условиях поверхностного выщелачивания к химическому выщелачиванию углей с высвобождением разных химических элементов и их соединений, что вероятно, переводит их в растворённую в воде форму.

В конечном счёте, сонахождение карбонатов и углей способствует повышению минерализации вод нерестовых рек. При этом очевидно, что этот процесс является локальным и прерывистым во времени, что зависит от климатических факторов влияния на динамику речных систем.

#### **IV.4. Углесодержащие образования геологических систем, как основа формирования гидрохимии вод нерестовых рек**

В вышеприведенной характеристике геологического разреза с карбонатными породами, в легенде их стратиграфических подразделений приводятся сведения о угленосности.

В регионе углесодержащие породы по возрасту и составу представлены по-разному. Самыми древними являются каменные угли верхнемелового возраста (*рис. 3-6*). Ввиду их крайне ограниченного площадного распространения они не рассматриваются в системе «лосось – геологическая среда».

Следующими в возрастном ряду угленосности являются эоценовые угли в вулканических комплексах междуречья Кондырева – Микина на северо-западе материковой части региона. Реки междуречья являются правыми притоками среднего-нижнего течения р. Пенжины. Как видно на *рисунках 3, 4 и 5* это территория нерестового района № 19, фактически не облавливаемого, что тоже исключает их из рассмотрения. Тем не менее, приуроченность угленосной толщи к вулканитам с широким диапазоном вещественного состава (от базальтов до риолитов) манильской и кытыймской свит эоцена является симптоматичной. Бесспорно, что процессы вулканизма оказали своё влияние на химический состав углей.

Следующими более молодыми угленосными образованиями являются осадочные породы напанской и снатольской свит эоцена с каменными углями на Западной Камчатке и на побережье Карагинского залива. Эти свиты параллелизуются с одновозрастными свитами: в Центрально-Камчатской СФЗ – снатольской, в Восточно-Камчатской СФЗ – с конской и тундровской свитами. Однако в их легендах углистость не значится (*Карта полезных ископаемых...*, 1999).

Следующими ещё более молодыми угленосными образованиями являются, согласно «*Геологической карты...*, 1976», образования миоцена, представленные эрмановской свитой и кавранской серии с бурыми углями и лигнитами на Западной и Восточной Камчатке. На «*Карте полезных ископаемых...*» (1999) кавранские отложения сохранили свой возраст в Центрально-Камчатской и Восточно-Камчатской СФЗ. Однако при этом, в первой – без углей, во второй – с углями.

Выше по разрезу следуют плиоценовые бурые угли с лигнитами, представленные на Западной Камчатке в отложениях энемтенской свиты. Эти отложения

на территории заключены на площади между реками Облуковина-Колпакова.

Для Восточной Камчатки углистость отмечена в образованиях миоцена: горбушинской толще и корниловской серии. Здесь она представлена углями и дренируется верховьями правых притоков р. Камчатки.

В общей схеме угленосные отложения характеризуются на современной «Карте полезных ископаемых...» (1999). Они представляют собой площади с разным возрастом угленосности и угленасыщенности пород геологического разреза кайнозойской эпохи угленакопления (рис. 5, 6).

В связи с оценкой угленосности дренируемого геологического субстрата водами нерестовых рек лосося, обращает на себя внимание закономерная связь её с аномальными промысловыми и биологическими характеристиками.

Экстремальные удельные выловы промысловых рек (т/пог. км) и продуктивность основных нерестилищ (т/кв. км) нерестовых районов:

- приурочены к самым молодым геологическим системам с бурыми углями;
- они резко падают в случае приуроченности рек к самым древним геологическим системам с каменными углями;
- они испытывают влияние угленосности как при широком площадном дренировании буроугольных и каменноугольных геологических систем, так и при дренировании реками их небольших по площади выходов на поверхности и во врезках рек;
- они испытывают влияние и в случае дренирования промысловыми реками и углесодержащих пород, не образующих проявлений и месторождений.

Установленные в первом приближении закономерности требуют дальнейшего исследования на уровне максимально возможного детального расчленения геологического разреза. В принципе, необходимо изучение вещественного состава всего спектра ископаемой органики в углях и углесодержащих породах.

Рассмотрим некоторые аспекты гидрохимии вод нерестовых рек с точки зрения насыщенности их углистым веществом береговых обнажений и русловых отложений. Их мы оцениваем со следующих позиций.

Водонасыщенность углистым веществом рек различна и определяется степенью его метаморфизма и объёмом вещества, подвергнутому обрушению в воды и размываемого течением рек. Степень метаморфизма определяется по справочным

данным, а второй фактор не поддаётся учёту, в силу невозможности наблюдения и измерения без полевых наблюдений.

Для бурых углей миоцена-плиоцена стадии диагенеза их химический состав меняется в широких пределах с выходом гуминовых кислот до 60% и повышенной адсорбционной способностью и газоёмкостью (*Геологический словарь...*, 1978). В регионе они являются гумусовыми с сохранившимися непереработанными остатками фито – и зоопланктона, растений, в т.ч. древесины. Угли обладают большей уплотненностью по сравнению с исходными неметаморфизованными торфами, способностью растрескиваться на воздухе, их удельный вес в пределах 1,60-1,72 с разнообразным составом (*см. таблицу № 2*).

В естественных условиях дренирования угленосных толщ (в т.ч. с пластами углей различной мощности) процесс их окисления (выветривания) происходит интенсивно в течение всего года в условиях приморского климата с многочисленными осадками в виде дождей и снега. При выветривании углей содержание кислорода в них повышается. При увеличении степени аэрации (дожди, снеготаяние) в береговых отложениях и в днище рек (как русловая аэрация) растёт также содержание азота.

Как известно, низшие гуминовые органические кислоты нерастворимы в воде (*Геологический словарь...*, 1978). Вместе с тем, при росте интенсивности аэрации происходит: присоединение кислорода с образованием активных кислых групп, предшествующих образованию гуминовых кислот; образование собственно гуминовых кислот; распад гуминовых кислот на более низкомолекулярные **водорастворимые продукты** (*Михеев и др., 2002*).

В условиях приморского климата и интенсивной деятельности вод нерестовых рек окисление (вышеописанное) является зачастую весьма интенсивным. Такое явление на нерестовой реке юго-запада Корякского нагорья – р. Вывенке, автор наблюдал в нижнем и среднем её течении. Весной, летом и осенью огромные массы береговых угленосных отложений пахачинской, медвежкинской и классической свит миоцена подмывались на протяжении десятков сотен метров, и в воду обваливались сотни кубометров бурого угля. От этого вода становилась чёрной и мутной от угольной взвеси, и в ней шла на нерест чавыча!

Таким образом, за счёт нерастворимых взвесей и растворимых продуктов во-

ды реки приобретают эмульсионно-суспензионный состав на некотором её отрезке. При распаде в них гуминовых кислот происходит минерализация вод, которая увеличивается за счёт и нерастворимых компонентов углистого вещества, потребляемых водной растительностью в процессе минерального питания. Повышению минерализации вод способствуют и водорастворимые фульвиокислоты пород береговых отложений.

Вместе с тем, необходимо иметь в виду, что повышение минерализации вод относится к локальному отрезку рек, на котором происходит обрушение в воду основного окисляемого объёма выщелачиваемых углесодержащих пород, главным образом, углей. Это предположение может быть проверено в натуре лишь при условии проведения полевых определений, что является в настоящее время нереальным в силу экономических причин.

Поэтому о минерализации вод нерестовых рек говорят лишь крайне скудные определения на гидропостах в низовьях рек (*см. раздел IV.6*), характеризующие гидрохимию вод типичных рек площадей прибрежного морского климата.

Говоря о гидрохимии вод нерестовых рек, необходимо учитывать также и бактериальное выщелачивание. Известно, что оно является одним из сильных агентов, способствующих химическому обогащению водных растворов (*Михеев и др., 2002*). Нами ниже, в разделе IV.7 будет показано такая вероятность для бурых углей Западной Камчатки (*см. также приложение № 12*).

В общей схеме выветривания углистого вещества просматривается следующая последовательность увеличения общей минерализации и химсостава вод нерестовых рек: выщелачивание (окисление) углесодержащих отложений береговых отложений и днища их долин – образование и распад гуминовых кислот на низкомолекулярные водорастворимые продукты – микробиологические преобразования эмульсионно-суспензионного раствора вод в органические соединения – формирование начала пищевой пирамиды.

В такой схеме выщелачивания (окисления) углистого вещества в водах нерестовых рек происходит их насыщение разнообразными неорганическими и органическими соединениями. Химические элементы углесодержащих пород, зачастую подвергшихся эпигенетическому воздействию вулканических процессов (пеплопады, интрузии, дайки, силы и т.д.), в этих соединениях являются естественной и

оригинальной принадлежностью вод каждой нерестовой реки.

Ниже в разделе IV.10 этот вывод будет использован при формировании геоэкологической гипотезы о хоминге проходных лососей.

#### **IV.5. Особенности гидрологии рек нерестовых районов тихоокеанского лосося**

Гидросеть нерестовых районов тихоокеанского лосося является каркасом площадей, на которых происходит взаимосвязь и взаимодействие нерестовых вод и их геологического субстрата, который находится под постоянным воздействием водных потоков, взаимодействующих с его берегами и дном рек. Потоки являются мощным агентом процессов поверхностного выветривания и химического выщелачивания вмещающей их геологической среды. Эти процессы заключаются в механическом разрушении и воздействии органических и химических агентов.

*Рисунок 15* отражает густоту речной сети Корякско-Камчатского региона, составляющей  $0,5-0,7$  км/км<sup>2</sup>, с рядом локальных аномалий. Отметим, что крупная аномалия северо-западного простирания, со средней густотой около  $0,4$  км/км<sup>2</sup>, приурочена к опускающейся глыбе земной коры Кроноцкого залива, побережье которого характеризуется аномалией густоты  $0,8-0,9$  км/км<sup>2</sup>. Аномалия минимума отмечена и к северу от названной и также приурочена к опускающейся глыбе Камчатского залива (*Яроцкий, 1976*). Отметим, что оба минимума характеризуются выходами на поверхность каменных углей эоцена в нерестовом районе № 21.

На *рисунке 15* нашли отражение особенности тектоники. При неравномерной сети точек построения изолиний густоты рек, тем не менее, видно, что их подавляющее простирание является северо-западным. Рисунок фактически отражает унаследованность речной сетью разломного тектонического плана, т.е. все реки текут по зонам тектонических нарушений.

Эта особенность рек, в т.ч. нерестовых, в особенности, горных приводит к сильным динамическим процессам, которые влекут интенсивное дренирование дна и бортов их русел. Динамика руслового потока на протяжении всего года влечёт подмывы берегов и обрушения в воды огромных масс вулканогенно-осадочного материала. Это относится к среднему течению рек, не вышедших из гор и их низовьям. Верховья рек менее подвержены такому разрушению, к тому

же они пролегают в более крепких вулканических и метаморфических породах.

Карта среднего годового стока (*рис. 16*) имеет ярко выраженные две аномалии. Одна из них, в виде минимума, характеризует р. Камчатку в верхнем и среднем течениях. Вторая аномалия северо-западного простирания отражает максимум стока в бассейнах рек Быстрая, затрагивая верховья нескольких рек Западной Камчатки, и р. Авачи. Эта аномалия приурочена к опускающейся глыбе земной коры Авачинского залива и характеризует нерестовый район № 4.

В общей оценке роль отмеченных факторов гидрологии Камчатки ещё не анализировалась, хотя они очевидно аномальные.

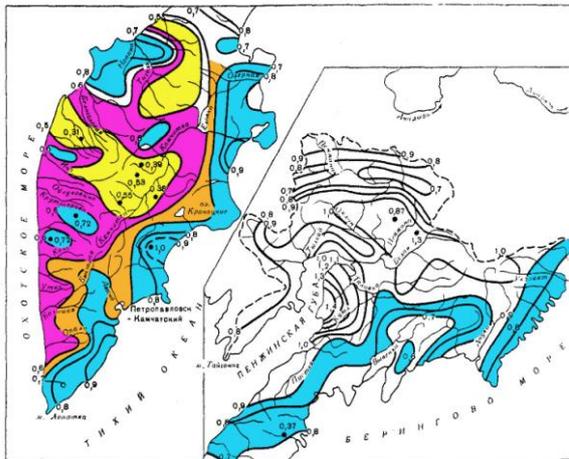
Агенты выветривания и выщелачивания действуют с различной степенью интенсивности в течение всего года и до тех пор, пока существует сам водоток и сохраняются климатические, бактериальные, тектонические и другие условия функционирования его вод.

Следствием процессов поверхностного выветривания являются, с одной стороны, физические, химические и бактериологические свойства характеристики вод рек, с другой стороны, геоморфология водотоков. Источником питания вод нерестовых рек являются атмосферные поверхностные (осадки в виде туманов, дождей и снега) и подземные воды. Первые – несут с собой первоначальный состав испаряющихся морских вод и насыщены их солями в процессах циркуляции воздушных масс. Вторые – являются минеральными либо пресными водами.

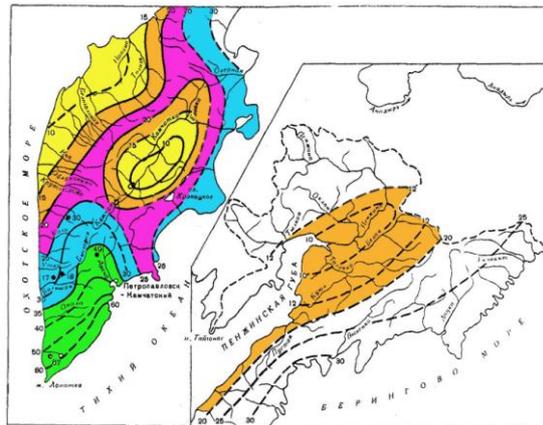
Кроме постоянных водных потоков, выветривание в виде химического и бактериального выщелачивания, производят дополнительно и атмосферные осадки. Выщелачивание зависит от вещественного состава и физических свойств горных пород: практически отсутствует в вулканических породах и максимально – в осадочных образованиях.

В конечном счёте, геодинамическая деятельность водных потоков нерестовых рек приводит к минерализации их вод, а также насыщению биогенными компонентами, в том числе, разрушенного углистого вещества. Выше (раздел IV.4) это раскрыто более полно.

На юге Западной Камчатки нерестовые районы №№ 22, 23, 24 и 25 приурочены к площади развития смешанного питания рек – подземного и снежного (*рис. 17*). Как видно, эта площадь на территории региона аномальная.

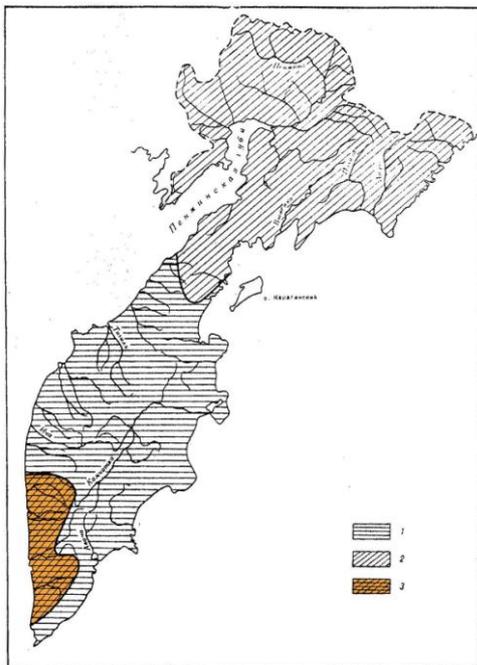


**Рис 15.** Схематическая карта густоты речной сети ( $\text{км}/\text{км}^2$ ) Камчатского края (по «Ресурсы поверхностных вод СССР». Том 20. Камчатка (1973)



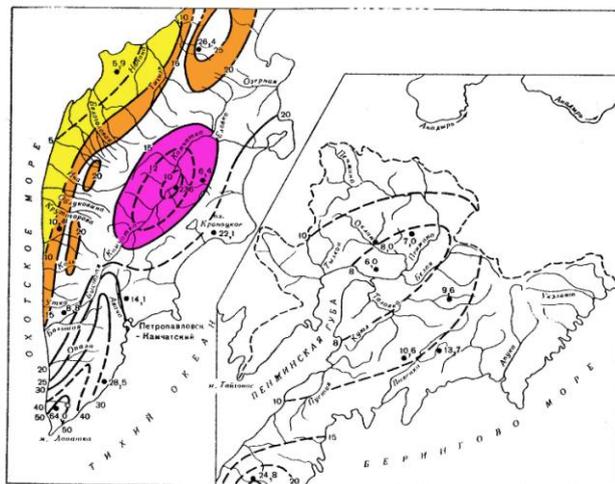
**Рис. 16.** Схематическая карта среднего годового стока рек Камчатки ( $\text{л}/\text{сек. км}^2$ ) (по «Ресурсы поверхностных вод СССР». Том 20. Камчатка (1973)

Цифры у точек – модули стока отдельных рек, не согласующиеся с положениями изолиний



**Рис. 17.** Районирование рек Камчатки по источникам питания (по «Ресурсы поверхностных вод СССР». Том 20. Камчатка (1973)

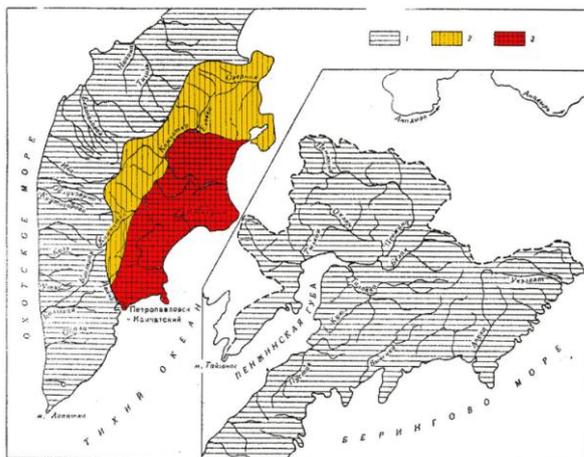
1 – реки с преимущественно подземным питанием (50-70% годового объёма); 2 – реки с преимущественно снеговым питанием (60-70% годового объёма); 3 – реки смешанного питания



**Рис. 18.** Карта нормы минимального 30-дневного стока за летнее-осенний период ( $\text{л}/\text{сек. км}^2$ ) для рек с площадью водосбора более  $100 \text{ км}^2$  (по «Ресурсы поверхностных вод СССР». Том 20. Камчатка (1973)



В схеме гидрологического районирования (рис. 19) выделена крупная территория Центрального района с аномальным бассейном р. Камчатка. Восточная Камчатка объединена в один район и аномалий не имеет.



**Рис. 21.** Карта средней мутности рек Камчатки (по «Ресурсы поверхностных вод СССР». Том 20. Камчатка (1973)

1 – менее 50 г/м<sup>3</sup>, 2 – 50-100 г/м<sup>3</sup>,  
3 – 100-400 г/м<sup>3</sup>

На Западной Камчатке устанавливается граница между районами №№ 22 и 23, гидрологически проходящая примерно через р. Колпаковую.

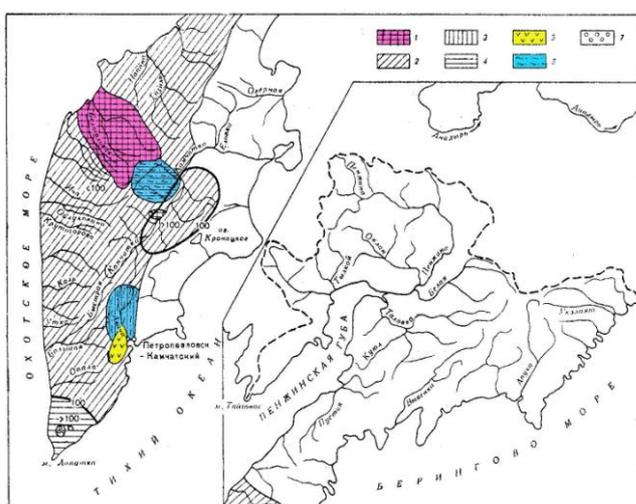
В геологическом пространстве река отделяет территорию широкого распространения угленосных каменноугольных и буроугольных образований эоцена-миоцена на севере от территории к югу от неё, характерную локальными выходами более молодых буроугольных угленосных пород эрмановской (миоцен) и энемтенской (плиоцен) свит (Карта полезных ископаемых..., 1999), где их выходы картируются преимущественно во врезках рек. Примерно по р. Колпаковой проходит и северная граница аномалий смешанного питания рек (рис. 17) и годовых сумм осадков (рис. 20). Здесь проходит и биогеоценотическая граница внутри района № 22, что очевидно из распределения их удельного вылова и удельной продуктивности (рис. 4, 10).

Ещё одним аспектом гидрологии, имеющим важное значение для молоди лососей, является мутность вод нерестовых рек (рис. 21). Как видно, она аномальна для Восточной Камчатки в междуречья Авача-Камчатка. Этот показатель является функцией гипсометрического положения верховьев и средних течений рек гор локальных хребтов Восточно-Камчатского хребта.

Источником мутности являются образования геологического разреза Восточно-Камчатской структурно-формационной зоны, представленные подавляюще осадочными породами (песчаники, алевролиты, аргиллиты, углисто-глинистые сланцы, мергели, туффиты и т.п.) (Карта полезных ископаемых..., 1999).

#### IV.6. Особенности гидрохимии вод нерестовых рек

Как отмечено выше, геологическое строение и гидрология поверхностных и подземных вод формируют геохимический состав вод нерестовых рек. При этом очевидно, что этот состав является следствием процессов физического выветривания поверхности и химического и бактериологического выщелачивания горных пород геологического субстрата речной сети. Процессы выветривания способствуют дезинтеграции горных пород, а их выщелачивание в водах речной сети производит избирательное растворение органических минеральных компонентов. Способность вод к химическому выщелачиванию повышается с ростом в них кислорода и углекислоты.



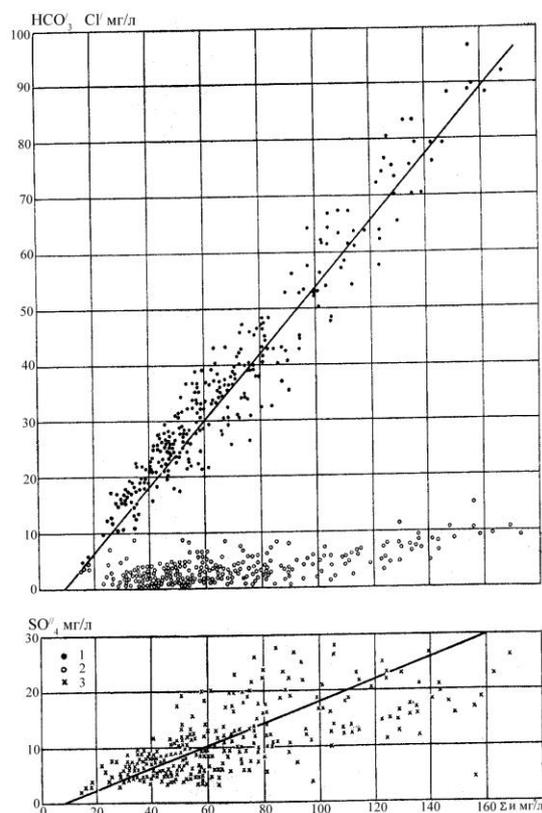
**Рис. 22.** Минерализация и состав анионов русловых вод в период межени (по «Ресурсы поверхностных вод СССР». Том 20. Камчатка (1973)

1 – резко-выраженное преобладание  $\text{HCO}_3^-$  (44-36% экв.), 2 – хорошо выраженное преобладание  $\text{HCO}_3^-$  (36-28% экв.), 3 – слабовыраженное преобладание  $\text{HCO}_3^-$  (28-25% экв.), 4 – не явно выраженное преобладание  $\text{HCO}_3^-$  (менее 25% экв.), 5 – слабовыраженное преобладание  $\text{SO}_4^{2-}$  (28-25% экв.), 6 – не явно выраженное преобладание  $\text{SO}_4^{2-}$  (менее 25% экв.), 7 – не явно выраженное преобладание  $\text{Cl}^-$  (менее 25% экв.).  
Изолинии – минерализация воды в мг/л

Как показано в разделе IV.3. «Карбонатные породы геологического субстрата нерестовых рек», воды многих нерестовых рек дренируют карбонатные породы (мергели, известняки, ракушняка). С другой стороны, эти же реки дренируют углесодержащие породы. Те же из них, которые слагают берега долин, интенсивно промываются ещё и атмосферными водами, обогащёнными кислородом.

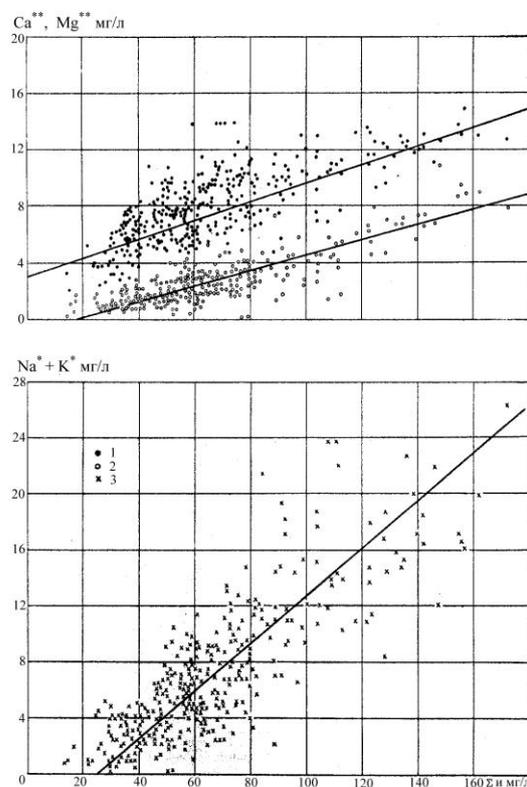
Таким образом, совокупность кислорода и углекислоты способствует интенсивному химическому выщелачиванию углистого вещества, переводя его минеральные и ископаемые органические ассоциации в водорастворимые формы (Михеев и др., 2003). В дальнейшем растворённые компоненты горных пород становятся объектом биологического выщелачивания - деятельности бактерий.

Некоторое обобщение материалов по гидрохимии нерестовых рек выполнил А.Н. Сметанин (1993 г.), с использованием исследований Камчатского управления по гидрометеорологии в 1980-90 гг. на 18 реках бассейна Тихого океана (3), Берингова моря (2) и Охотского моря (13). Пробы вод брались в зимне-летний подъём половодья, пик половодья, спад половодья, дождевой паводок, летний межень и перед ледоставом. Место отбора проб по протяжённости реки не указано, однако можно полагать, что оно отвечает положению гидрометеопостов, т.е. вблизи населённых пунктов. Это значит, что гидрохимические характеристики (рис. 22) относятся к низовьям рек.



**Рис. 23.** Графики связи минерализации воды с содержанием главных анионов рек Камчатки (без рек бассейна Авачи) (по «Ресурсы поверхностных вод СССР». Том 20. Камчатка (1973).

1 –  $\text{HCO}_3^-$ , 2 –  $\text{Cl}^-$ , 3 –  $\text{SO}_4^{2-}$



**Рис. 24.** Графики связи минерализации воды с содержанием главных катионов для рек Камчатки (без рек бассейна Авачи) (по «Ресурсы поверхностных вод СССР». Том 20. Камчатка (1973)

1 –  $\text{Ca}^{2+}$ , 2 –  $\text{Mg}^{2+}$ , 3 –  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$

Показатель кислотности всех рек 6,8-7,2. Биогены, как продукты жизнедеятельности, представлены фосфором ( $\text{PO}_4$ ) – 0,015-0,067 мг/л, азотистыми соединениями (нитритный азот ( $\text{NO}_2$ ), нитратный азот ( $\text{NO}_3$ ), аммонийный азот ( $\text{NH}_4$ ) – 0,08-0,12 мг/л. Для рек Авачи, Паратунки, Камчатки повышенное содержание азо-

та (0,24-0,30) связывается с сельскохозяйственной деятельностью. Показательным является широкий разброс соединений железа (мг/л): 0,37-1,02, при наиболее частых значениях 0,7-0,8, а также разброс соединений  $\text{HCO}_3^-$ : 16,2 (р. Белоголовая) – 49,3 (р. Камчатка);  $\text{SO}_4$ : 3,9 (р. Воямполка) – 16,6 (р. Кичига); марганца: 3,62 (р. Белоголовая) – 82,3 (р. Камчатка). Автор, говоря о различиях вод, называет причины: содержание минеральных веществ, реакция среды, запасы кислорода.

Для р. Кичиги приведён петрографический состав проб аллювия на нерестилищах. Основной объём проб: базальт, андезибазальт, андезит, андезидацит, дацит, фельзит, туфолава, (около 60%), туфы (менее 22%) и др. Приводятся данные о быстром падении минерализации вод реки ниже впадения в них вод минерального источника (от 372 мг/л до 112 мг/л) и кислотности (от 3,4 до 5,8) – в этих условиях нерестятся кета и горбуша.

Присутствие биогенов в реках Камчатки автор связывает с разложением отнерестившихся лососей (сненкой) и распадом органики торфяных болот, дающем, в частности, поступление азотистых соединений.

Обратимся к официальным опубликованным источникам (*Ресурсы.., 1973*). На *рисунке 22* видна гидрохимическая аномалия, примерно на площади междуречья Морошечная – Утхолук. Здесь в водах резко преобладают анионы  $\text{HCO}_3^-$ . В их верховьях выделяется аномалия слабо выраженного преобладания  $\text{SO}_4$ . По положению в пространстве к этой гидрохимической аномалии тяготеет вышеотмеченный минимум густоты речной сети (*рис. 15*) и пониженный фон годовых сумм осадков (*рис. 20*). В геологическом пространстве площадь отличается распространением в средних течениях рек междуречья каменноугольных образований наиболее древнего возраста на Западной Камчатке (напанская и снатольская свиты эоцена), с сильной степенью метаморфизма углистого вещества и содержанием в разрезе свит карбонатов (мергелей, известняков, ракушняка).

К площади междуречья приурочена центральная и южная части нерестового района № 21 (*см. рис. 3-б, 10*) с самой низкой, по сравнению с районами №№ 22-25 на Западной Камчатке, удельной продуктивностью лосося (0,39 т/кв. км).

Очевидна прямая зависимость общей минерализации вод рек от анионов  $\text{HCO}_3^-$  и  $\text{SO}_4$  и суммы катионов Na и K (*рис. 23, 24*). Приведенные выше сведения, вместе с известными нам опубликованными данными (*Ресурсы.., 1973*), свиде-

тельствуют о скудности имеющихся представлений о гидрохимии вод рек. Параметры их вод характеризуют в основном ингредиенты морских осадков и слабо-растворимых соединений  $\text{HCO}_3$  карбонатов геологического субстрата.

Гидрохимические характеристики вод нерестовых рек зависят от их источников питания и размываемых вещественных геологических комплексов. На качественном уровне можно полагать, в общем виде, влияние карбонатных пород и углистых веществ геологического разреза, как его своеобразных геохимических феноменов. Нами выделяется ряд факторов геологической среды долин нерестовых рек, формирующих гидрохимию их вод.

Первым фактором – общим фоном гидрохимии вод, являются атмосферные осадки с повышенным содержанием компонентов морской воды. Они приносятся с Тихого океана и Охотского моря. Определённый вклад в гидробиохимию вод вносит и второй фактор – масса сненки (погибшего отнерестившегося лосося), но и этот фактор нами не рассматривается. Это, видимо, и невозможно, так как баланс прихода лосося на нерест и его «расход» после нереста сопряжён с неучитываемыми направлениями питания медведей, птиц, насекомых, бактерий. Он требует специфических исследований и работы в этом направлении нам не известны.

Минеральные воды подземных источников – третий фактор, оказывают локальное влияние и требуются огромные их дебиты, чтобы ощутимо воздействовать на формирование гидрохимии вод рек и их притоков. Автор участвовал в изучении состава серно-кислотных вод источников Малетойваямского сульфидно-серного месторождения, расположенного на притоке нерестовой реки Энын-гваям на юго-западе Корякского нагорья. По данным гидрохимика Центральной лаборатории ПГО «Камчатгеология» М.Д. Яроцкой (1967г.) воды источника на месторождении (*in situ*) имеют рН менее единицы, содержат ионы  $\text{SO}_4$ , катионы Fe, Cu и др. элементы зоны окисления сульфидно-серных руд. В 10 м ниже источника рН=1-3, а минерализация падет в несколько раз. После впадения через 0,7 км его ручья в р. Правый Малетойваям её воды имеют уже рН=5-6 и незначительную минерализацию. Правый Малетойваям впадает в богатую нерестовую (кижуч) р. Энын-гваям. Её воды имеют типичный гидрохимический состав этой части Корякского нагорья в большом ряду промысловых рек лосося.

Другим примером соотношения гидрохимического состава и гидробионтов

нерестовых вод является ручей Малахитовый на западных склонах Срединного массива метаморфических пород в Срединном хребте Камчатки. Геологический молоток, положенный в ручей, утром блестел как золотой от отложившейся на нём меди. В ручье геологи ловили гольцов! Ручей впадает в лососёвую нерестовую речку!

Между тем, очевидные отличия в биологии разных видов лосося в разных геологических субстратах нерестовых рек, включая гидрологический и бактериологический, должны ориентировать ихтиологов на поиски гидрогеохимических причин на базе детального изучения состава вод. Гидрогеохимия вод разных рек очевидно различная. Возможно, что состав микроэлементов и их соединений даст ориентиры в поисках механизма хоминга. Его знание может принципиально изменить образ рыбохозяйствования: от простого изъятия лосося к регулируемому промыслу. Более подробно гипотеза о хоминге приведена далее в разделе IV.10.

#### **IV.7. К формированию трофической цепи гидробионтов нерестовых рек тихоокеанского лосося**

В ихтиологической литературе по проблемам жизнедеятельности молоди лосося на Камчатке (Пенжинский кряж и Корякское нагорье почти выпадают из исследований), аспектам его кормовой базы в пресноводный период уделяется соответствующее место с общебиологических позиций. Описание ихтиологами кормовой базы лосося начинается с того трофического уровня, который является кормовым для молоди лосося: амфибиотичных насекомых, личинок, планктонных ракообразных, хирономед, наземных насекомых и т.п. Однако логично возникает вопрос о предыдущих трофических уровнях, на которых сформирована кормовая база названных животных. Очевидно, что таких уровней немного, а первым является уровень преобразования неорганических веществ и ископаемой органики геологической среды той части в тех нерестовых реках, в которых есть углеродное вещество.

Приведём некоторые доступные нам сведения о геологической среде обитания лосося в разных регионах, где обитают их дикие популяции. Повторимся, что среда обитания включает вещество субстрата и его компоненты разного выщелачивания в водах нерестовых рек. При этом полагаем, что приведенные выше ма-

териалы в пользу обращения к определяющей положительной роли именно угленосного субстрата, являются достаточно доказательной базой. Характеристики субстрата дадут возможность оценить их как вероятные источники формирования начала трофической цепи гидробионтов нерестовых рек.

На *рисунке 7* приведена ресурсная база энергетических углей Камчатского края (*Угольная база...*, 1999). Для них даны энергетические характеристики, определяющие угли как сырьё для топливной промышленности. Вместе с тем, ряд показателей углей дают некоторое представление о них, как о депо ископаемых органических веществ. Эти показатели и приведены для ряда месторождений кайнозойской эпохи угленакопления на территории Восточной Сибири, Сахалина и Северо-Востока (*табл. № 1*).

Основным органическим ископаемым веществом углей каменных и бурых, а также рассеянного углистого вещества, является мацерал витринит. Он образован из различных частей растительных остатков и является главным энергетическим показателем, от которого зависит теплотворная способность разных сортов углей, так как содержит ископаемый углерод – их горючую компоненту. Показателем отрицательного экологического и энергетического свойства углей является содержание серы, которое при их сгорании переходит в форму агрессивных окислов. Кроме витринита ископаемая органика содержится в гумолитах, гуминовых кислотах, смолах. Характерным для процессов углеобразования является накопление в углистых породах летучих веществ: метана, этана, азота, углекислого газа и др. В золах, приведенных в *таблице № 1* бурогольных месторождений, устанавливается одинаковый ряд элементов в окислах: кремний, алюминий, натрий, кальций, магний, калий, фосфор. По некоторым месторождениям приводятся данные о токсических элементах в их подземных водах: бериллий, марганец, стронций, титан, они же находятся и в золах углей.

Особенностями химического состава некоторых углей являются: сера органического происхождения (до 100%) с незначительной долей неорганической; наличие непереработанных растительных остатков, фито- и зоопланктона, гуминовых кислот (до 60%), смол; редко – кокса. Особым аспектом использования бурых углей является возможность использования их в качестве сельскохозяйственных удобрений, в т.ч. и выветрелых разностей (*Михеев и др., 2002*), что говорит о спо-

способности растений к потреблению минералов в разных водонасыщенных формах.

Одним из аспектов оценки угленосной геологической среды в жизнедеятельности гидробионтов нерестовых рек тихоокеанского лосося мы считаем воздействие магматических факторов. Многочисленные данные по широкому спектру месторождений и их геологический разрез в целом свидетельствуют о влиянии интрузий, пластовых и межпластовых даек и т.п., оказывающих тепловое воздействие на углистое вещество и его химическое обогащение.

На ряде в разной степени изученных месторождениях каменного и бурого углей верхнего мел-плиоцена на Камчатке широко проявлено влияние тектономагматических процессов на формирование угленосных структур, степень метаморфизма и состав углей. Угленосные прогибы тесно связаны с развитием смежных с ними поднятий, созданных вулканическими и интрузивными процессами. На Тигильском месторождении при становлении интрузива происходил прогрев отложений, способствовавший углефикации погребённых торфяников. На Подкагерном месторождении высокий метаморфизм углей объясняется длительным тепловым воздействием на них неглубоко залегающих интрузивных массивов. В районе Крутогоровского месторождения тепловое воздействие оказали гипабиссальные субвертикальные тела и дайки. Вулканизм привёл к окислованности вблизи контактов уже и в постседиментационную стадию образования месторождений.

Кроме теплового метаморфизма, приводящего к сжиганию, обугливанию, коксованию, магматические инъекции могут приносить и специфические геохимические компоненты магматического вещества. Это особенно характерно для водных растворов, сопровождающих его внедрение в сформировавшиеся угленосные толщи. Компоненты (микро- и макро-) термальных вод впоследствии могут перейти через углистое вещество в нерестовые воды. Другим фактором геохимического «загрязнения» углистого вещества являются пеплопады извергающихся вулканов. Этот геохимический аспект оказывает, согласно нашей гипотезе (см. раздел IV.10), своё основополагающее влияние на формирование хоминга проходных (анадромных) лососёвых рыб.

Мацеральный состав углей и рассеянной угленасыщенности отражает первичный химический состав исходных растений, геохимический состав углефицированных пород, геохимический состав вулканических инъекций в виде пласто-

вых и межпластовых интрузий и др. внедрений и вулканических пеплов. Реки, дренирующие угленосные отложения на протяжении дренажа берегов и днища, в течение всего года имеют также и высокую насыщенность продуктами ветровой, ледниковой (весной) и водной эрозии этих отложений.

Для более убедительного показа связи биологической системы тихоокеанского лосося с геологической угленосной системой ещё раз обратимся к *рисункам № 3-6, 8, 9, 12-14*. Очевидна прямая связь валовой биомассы с геологическим субстратом, представленным углистым веществом, растворённым в водах нерестовых рек в процессах окисления, выщелачивания, минерального питания водной растительности и бактериального преобразования их органики. Наиболее это проявлено для площадей нерестовых районов, реки которых дренируют самые молодые бурые угли – районы 21, 22, 23, 24, 25, а также 11, 12, 14, 16 и 17. Визуальные рассуждения аргументируются статистическими расчётами (*рис. 13*).

Пресноводный период жизни лосося в «безугольных» реках обеспечивается определённой кормовой базой, необходимой для строительства его организма. Как говорилось выше, частью её является органика сненки, которая может использоваться как готовая пища на разных трофических уровнях разных животных. Но её роль в ихтиологии фактически не исследована. Другой составляющей кормовой базы является фитопланктон. Его развитие требует минерального питания. Реки, дренирующие вулканогенные, вулканогенно-кремнистые, песчано-глинистые породы, имеют ничтожную минерализацию вод, как в силу плохой растворимости пород, так и в силу отсутствия в них серы, азота, углерода и других макро- и микробиогенов, а также органических кислот, требуемых для минерализации вод. Таким образом, такие реки естественно обеднены кормовой базой.

Процесс окисления углей – выветривание, как упоминалось выше, происходит на береговых обнажениях в угольных и углесодержащих пластах, выходящих под наносы в бортах долин рек, в их руслах и днищах. Процесс обеспечивается ещё и химическим выщелачиванием – промыванием угленосных пород атмосферными осадками и водами рек, обогащённых кислородом. Присоединение кислорода к углисто-му веществу образует активные кислые группы, предшествующие образованию гуминовых кислот, и приводит к их распаду на более низкомолекулярные водорастворимые продукты (*Михеев и др., 2002*).

Обобщённая геолого-химическая характеристика месторождений каменного и бурого углей Северо-Востока Азии  
(по «Угольная база России, том V, книга вторая», 1999)

Таблица № 3

Месторождения	Вид углей	Элементный состав; содержания, %%, интервалы и средние					Магматизм	Возраст	Мацералы органического вещества, органическое вещество
		C <sup>daf</sup>	S <sub>t</sub> <sup>d</sup>	$\frac{O^{daf}}{N^{daf}}$	H <sup>daf</sup>	Летучие			
<b>Камчатка</b>									
Гореловское	Бурые, к каменным	75,0	0,24		6.1	41.5		K <sub>2</sub>	Витринит, янтаревидная смола, остатки грибов, альгинит, восковой слой эпидермиса, смолянистые тела
Паланское	Бурые, к каменным	75.6	0.66			45-53		P <sub>1</sub>	
Тигильское	Бурые, к каменным	75.6	0.24		6.05		Влияние интрузии	P <sub>2</sub>	
Хайрюзовское	Бурые, к каменным	75.3	0.66		5.0	41.02	Силлы	P <sub>2</sub>	
Крутогоровское	Каменные	63.1-72.6	0.53-1.14		4,8-6,3	43,6-45,2	Субвулканические тела и дайки	P <sub>3</sub> -N <sub>1</sub>	Витринит (80-100%), ооксование
Корфское	Бурые		0.51			52.4		N <sub>1</sub>	Гумолиты (80-90%), летучие
<b>Чукотка</b>									
Анадырское	Бурые	72.2-77.1	0.35-0.70		5,6-6.1	41-50		N <sub>1</sub>	Гуминовые кислоты (4,9%), витринит (95%)
<b>Охотский бассейн</b>									
Мареканское	Бурые	64,7	0,7	$\frac{?}{1,0}$	5,1	53,1			Витринит, гуминовые кислоты (26%), смолы (4,9%)
<b>о. Сахалин</b>									
Солнцевское	Бурые	65,5-73,4	0,28		4,7-6,0			N <sub>1</sub>	Витринит (84-91%)
Тихменевское	Бурые	71,3	0,4	23,4	5,4	48,4	Дайки αβ	N <sub>1</sub>	Витринит (95%)
Вахрушевское	Бурые	72,2	0,55			до 78,8	Дайки αβ	N <sub>1</sub>	Витринит (92%)
Макаровское	Бурые	67,8-77,6	0,22-0,45		5,6-6,0	39,0-66,6	Интрузия диоритов (пластовые тела, дайки)	N <sub>1</sub>	Витринит (90%)
Горнозаводское	Бурые	70,5-73,3	0,2-0,5		5,3-6,1	46,1-49,7		N <sub>1</sub>	Витринит (90-94%) P-0,02-0,07

Примечание. C<sup>daf</sup> – углерод, S<sub>t</sub><sup>d</sup> – сера, O<sup>daf</sup> – кислород, H<sup>daf</sup> – водород, N<sup>daf</sup> – азот. В летучие компоненты входят: метан, пропан, азот, углекислый газ и др.

Угленосные комплексы – месторождения, проявления и углесодержащие (до 51% углистого вещества) породы, в Корякско-Камчатском регионе имеют широкий возрастной диапазон и разную степень метаморфизма. Угли концентрируются в пластах и имеют чёткие границы с вмещающими песчано-глинистыми породами. Вместе с тем, углистое вещество в рассеянном состоянии, не образующем пластов, находится во многих вулканогенно-осадочных и осадочных образованиях. Для него характерны те же химические элементы, что и для углей, но в меньших объёмах. Ещё одним веществом ископаемого органического содержания является лигнин, как основной материал гуминовых кислот, и лигниты (*Геологический словарь.., 1978*).

В бассейнах нерестовых рек региона развиты угленосные образования от эоцена по плиоцен, эпизодически – верхнемеловые, угли этого возраста относятся преимущественно к каменным, а миоцен-плиоценовые – к бурым углям. Разная степень метаморфизма приводит к дифференциации углей по содержанию углерода, ископаемой органики и физическим свойствам. Каменные угли имеют более высокое содержание углерода, практически лишены ископаемой органики, являются сравнительно твёрдыми и плотными образованиями. Бурые угли содержат меньше углерода, но имеют до 60% ископаемых органических кислот и непереработанный метаморфизмом фито- и зоопланктон, поэтому являются слабоплотными и мягкими. В угленосных отложениях присутствуют также лигнин, лигнит в относительно концентрированном и подавляюще – в рассеянном состоянии. Они также содержат ископаемую органику (*Геологический словарь.., 1978*).

Месторождения Камчатского края – неглубокозалегающие, с вскрышей не более первых метров на благоприятных к отработке площадях. Имеются и более мощные покрывки. Тем не менее, все они могут отрабатываться открытым карьерным способом, т.е. фактически на уровне речных врезов.

Например, часть пластов Крутогоровского месторождения выходят на поверхность. Воды их карьеров – гидрокарбонатно-натриевые, с минерализацией 0,03-0,9 г/л. В ряде рек, дренирующих угленосный разрез месторождения, заходят на нерест лососи (р. Платонич). Кислотность, засолённость и токсичность пород при возможной добыче не изучалась.

Приведём некоторую общую характеристику бурых углей Ленского бассейна

(Якутия), используемых для получения жидких и сухих органических гуминовых веществ, предназначенных для изготовления сельскохозяйственных удобрений. Технологический процесс трансформации углей заключён в извлечении полезных компонентов, в т.ч. гуминовых кислот, путём химического выщелачивания. Выщелачивание производится путём растворения в кислотах, щелочах, солях.

Процесс выщелачивания подчиняется законам массообмена, движущей силой которого является разность концентраций растворённого вещества в жидкости. Среди нескольких видов выщелачивания – бактериальный, самый быстрый способ извлечения разнообразных компонентов специализированными бактериями.

Ускорение процессов выщелачивания происходит в присутствии кислот и щелочей, а также предварительным диспергированием угля. В результате повышается водорастворимость и степень извлечения гуминовых кислот. Происходит интенсивное окисление витринита углей, что увеличивает и выход буроугольного воска. Таким образом, *выветрелые бурые угли являются более благоприятными для присоединения кислорода с образованием активных кислых групп. Те, в свою очередь, предшествуют образованию гуминовых кислот, которые распадаются на более низкомолекулярные водорастворимые продукты – этот процесс весьма важен для понимания следующего – микробиологического преобразования углей.*

Гуматы (совокупность органических веществ бурых углей) являются нетоксичными и неканцерогенными биостимуляторами. Они не мутагенны и не тератогенны, т.е. не влияют на эмбриональный путь развития животных, в них ничтожное содержание токсичных элементов (ниже ПДК). Гуматы внесены в Каталог РФ удобрений для сельскохозяйственных культур.

Гуматы содержат бор, молибден, марганец, медь, цинк, кобальт, железо, магний, входящие в живом веществе в состав ферментов, гормонов, витаминов. Эти элементы относятся к незаменимым и для растений, и для животных (*Экологические функции...*, 2000).

Гуминовые кислоты бурых углей содержат золообразующие элементы (до 50%) – Si, Al, Fe, Ca, Mg, K, Ti, Ga, Y, Se, Ag, токсичные микроэлементы – As, Hg, Sn и радионуклиды – U, Th, K.

Нетоксичные микроэлементы, в частности, Mn, B, Cu, Co, Mo и другие, необ-

ходимы для химических процессов с участием разнообразных ферментов. Активаторами действия ферментов являются Zn, Fe, Cd, Co, Ni, Re, Li, La и другие, индикаторами процесса – Be, Ba, Sr, Hg, Pb и другие элементы.

Приведенная информация заимствована в работе *В.А. Михеева с соавторами (2002)*. Как видно, бурые угли содержат полный набор макро- и микробиогенов (*Экологические функции...*, 2000). При этом в водной среде реальных нерестовых рек происходит трансформация углей – химическое выщелачивание с образованием водорастворимых продуктов в виде разных соединений – органических и неорганических. Особо интересным является факт бактериального выщелачивания, подчёркивание авторами роли диспергирования (механического разрушения) и ускорения процессов выщелачивания в присутствии кислот углей и щелочей вод. Эти компоненты в полной мере присущи реальной обстановке геологического субстрата вод нерестовых рек лосося, размывающих угленосные отложения (*см. также раздел IV.3*).

В геоэкологическом плане, в рассмотрении связи в биогеоценозе лосося биологической и угленосной системы, целесообразно обратиться к характеристике биофильных химических элементов, необходимых для строительства растительного и животного организмов – макробиогенам и микробиогенам.

Обобщим данные о составе химических элементов животных и растительности, с целью оценки роли химических элементов углесодержащих пород в их строительстве.

Средний химический состав белков, жиров и углеводов  
(по «*Экологические функции...*, 2000»)

Таблица № 4

Элементы	Белки	Жиры	Углеводы
Кислород	23,40	17,90	49,38
Углерод	51,30	69,05	44,44
Водород	4,90	10,00	6,18
Фосфор	0,70	2,13	-
Азот	17,80	0,61	-
Сера	0,80	0,31	-
Железо	0,1	-	-

Для растений, в т.ч. водных, это элементы: магний, железо, медь, цинк, бор, кальций. Они обеспечивают функции фотосинтеза, азотного обмена и метаболи-

ческую функцию. Для животных это элементы: углерод, кислород, азот, водород, кальций, фосфор, сера, а в качестве микробиогенов им необходимы селен, хром, никель, фтор, йод и олово. Всего для нормального развития живых организмов требуется около 27-30 химических элементов (*Экологические функции...*, 2000).

Как показано, мацеральный состав углей характеризует их, в особенности, бурых, как депо макро- и микробиогенных химических элементов и их соединений, необходимых для строительства растительности и животных. Нерестовые реки дренируют угленосные отложения в средних и нижних течениях, в которых располагаются нагульно-выростные воды (угодья) молоди лосося и других гидробионтов. Наличие угленосных отложений на нерестилищах согласно геологическим данным нет, и по нашим данным их там не может быть, судя по отсутствию на них глинистого материала, противопоказанного молоди лосося.

Согласно общеизвестных в биологии законов Коммонера (*Пржеменецкая, 2003*) компоненты ископаемой органики углей становится объектом деятельности продуцентов (автотрофов, хемотрофов и консументов), формирующих пищевые цепи.

Средний элементный состав человека и растений, % сухого вещества  
(по «*Экологические функции...*, 2000»)

Таблица № 5

Элементы	Человек	Люцерна	Элементы	Человек	Люцерна
Углерод	43,8	45,37	Фосфор	1,58	0,28
Кислород	23,70	41,04	Натрий	0,65	0,16
Азот	12,85	3,80	Калий	0,55	0,91
Водород	6,05	5,54	Хлор	0,45	0,28
Кальций	3,45	2,31	Магний	0,10	0,33
Сера	1,60	0,44			

Наличие в водоёме естественных пищевых ресурсов определяет его биопродуктивность. Объём этих ресурсов обусловлен биологической продуктивностью вод – наличием в них фитопланктона и фитобентоса, зоопланктона и зообентоса. В обеспечении формирования первого широкого уровня кормов вод основная роль принадлежит микроорганизмам (хемосинтез). Для развития фитопланктона решающее значение имеют минеральные вещества. Минерализующая деятельность микроорганизмов возвращает биогены в воды (*Вербина, 1980*). Для назван-

ных процессов ископаемая органика, макро- и микроэлементы углей и сненка в изобилии имеются в геологическом субстрате «угленосных рек» и ограничены лишь сненкой – в безугольных, где ископаемые биогены отсутствуют полностью.

Оценивая трофическую роль микроорганизмов, следует учитывать возможности быстрого потребления естественной микрофлоры гидробионтами. Оно облегчается, если микроорганизмы представляются агрегатными клетками (*Вербина, 1980*). Заметим, что в пробе бурого угля из Анадыркинского месторождения на Западной Камчатке *Т.И. Кузякина (2001 г.)* определила ветвящиеся микобактерии *Arctrobacter* (см. приложение № 12).

Микроорганизмами питаются многие простейшие и более высокоорганизованные гидробионты, вплоть до рыб. Клетки микроорганизмов содержат (%): углерод (22-59,9), азот (5-15), кислород (17-32,65) и зольные элементы (1,34-13). В клетках – необходимые животным вещества (%): белки (15-80), жиры (2-31,1), углеводы (15-37) и другие биологически активные вещества. От микроорганизмов через беспозвоночных к рыбам поступают витамины, в частности, витамин В<sub>12</sub>, синтез которого осуществляется только микроорганизмами (*Вербина, 1980*). Бактериопланктон и бактериобентос лежат в начале трофических цепей, конечными звеньями которых мы рассматриваем мальков лососевых, их смолтов и др. рыб нерестовых рек, а также других животных, формирующих пищевые уровни.

Очень большую роль деятельности микроорганизмов в пресной воде и океане отводят *Бейли Дж. и Олли Д. (1989)*. Говоря о хищничестве, они пишут, что угли в естественной среде не покрываются слизью из бактерий потому, что их поедают другие простейшие. Поэтому ссылка противников аспектов микробиологического механизма преобразования органики углей в белковую пищу, на отсутствие слизи на частицах угля в водах (*Остроумов, 1991а*), является несостоятельной.

Перечисленных в *таблицах №№ 1, 3, 4, 5* элементов и их соединений в избытке в углесодержащих ископаемых органических веществах и в сненке. Фактически на отдельных участках нерестовых рек вне нерестилищ в их водах формируется эмульсионно-суспензионная смесь, содержащая биогены углей и сненки. Назовём её «питательным бульоном». Микробиологическое превращение этой совокупности в органику даёт белки, жиры, углеводы, сахара, ферменты, витамины и т.п. Те же химические элементы и их соединения формируют минеральное

питание водной растительности, а в совокупности с микроорганизмами она формирует первый трофический уровень кормовой пирамиды гидробионтов вод нагульно-выростных угодий гидробионтов нерестовых рек, включая молодь тихоокеанского лосося.

Механизм микробиологического преобразования ископаемой органики будет действовать до тех пор, пока водоток будет размывать углесодержащие породы геологического субстрата. Возможно, что косвенно на это указывает естественная потеря некоторыми реками лососёвой продуктивности, или её оскудение, вследствие перестройки речной сети.

Снижение продуктивности отдельных рек известно в рыболовной практике, когда оно очевидно не связано с браконьерством либо переловом. Обусловлено оно может быть тем, что реки меняют русло кратковременно либо на длительный срок – такие явления в регионе многочисленны и связаны они с тектоническими вертикальными восходящими – нисходящими и горизонтальными движениями. При землетрясениях, горных обвалах, оползнях и т.п. также возможны существенные перестройки русловых потоков, даже долин рек. Естественно, что при таких обстоятельствах изменяется также и состояние нерестилищ. Такой пример приводит геолог А.А. Алискеров, проводивший в 1966-67 г. разведку золотоносных россыпей на речке Ключ Хайковский на юге Камчатки.

Пример интенсивного разрушения берегов нерестовой р. Вывенка на юго-западе Корякского нагорья наблюдал автор в июле. Полноводная река в период интенсивного снеготаяния и обильных дождей подмывала правый берег у с. Хаилино. Берег сложен вулканогенно-осадочными угленосными образованиями классической свиты миоцена: песчаники, конгломераты, алевролиты, аргиллиты, гравелиты, бурые угли. На протяжении сотен метров подмытый берег рухнул в воды реки, которая приобрела чёрный цвет и сильную мутность от взвеси угольной массы. И в это время вверх на нерест шла чавыча, а вниз по течению спускалась молодь!

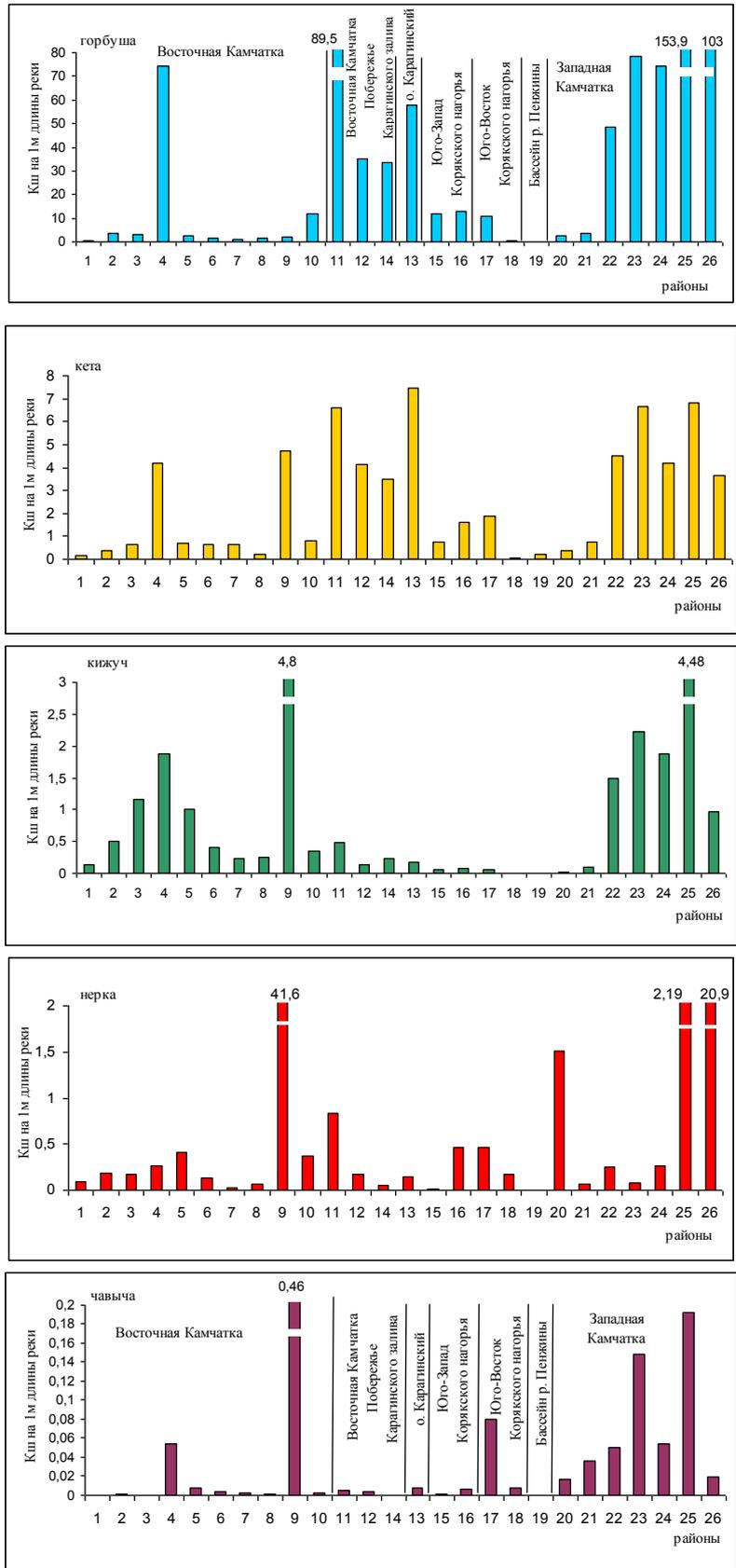
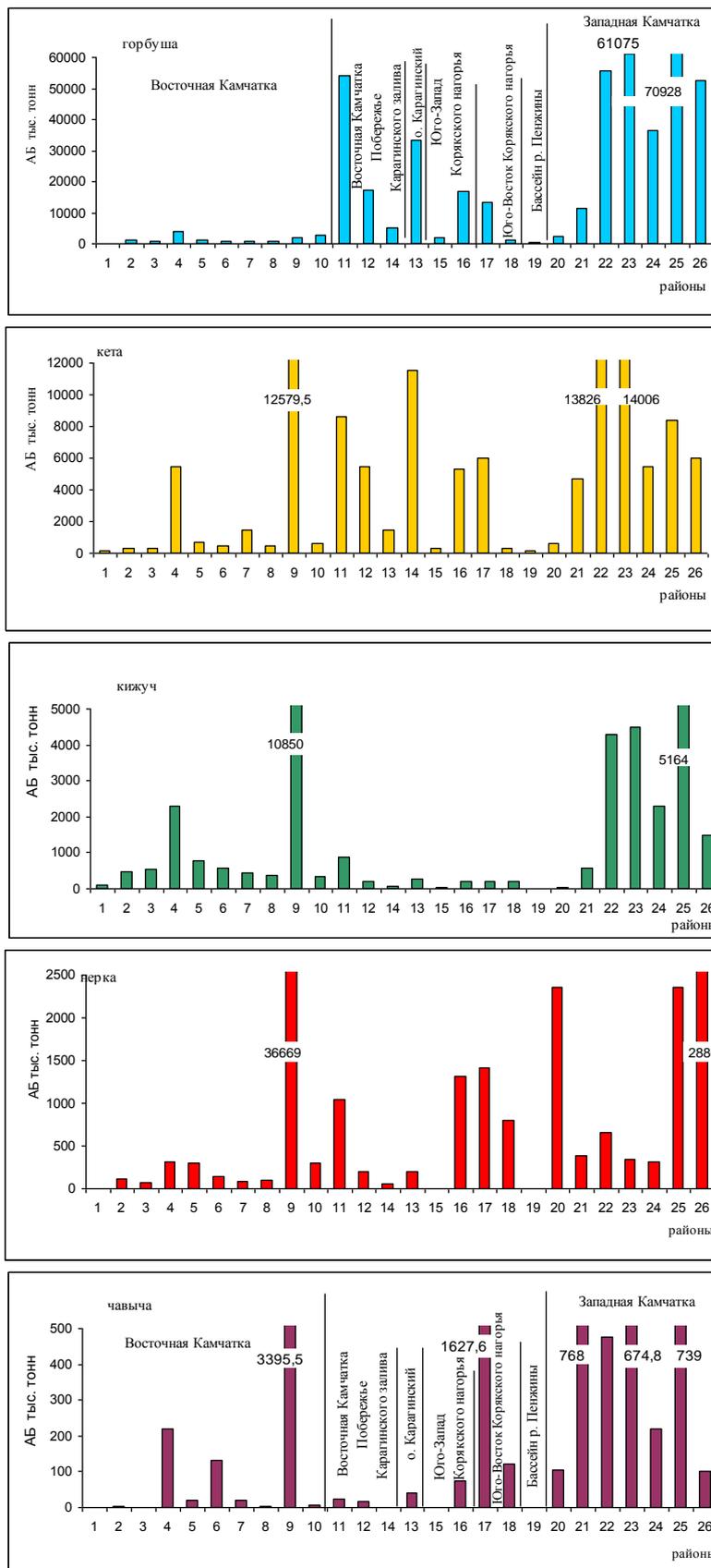


Рис. 25. Сравнительное распределение количества штук (Кпш) промысловых видов лосося на 1 м длины рек в основных нерестилищах нерестовых районов Камчатского края



**Рис. 26.** Распределение абсолютной биомассы АБ (тыс. тонн) промысловых видов лосося в основных нерестилищах промысловых нерестовых районов Камчатского края

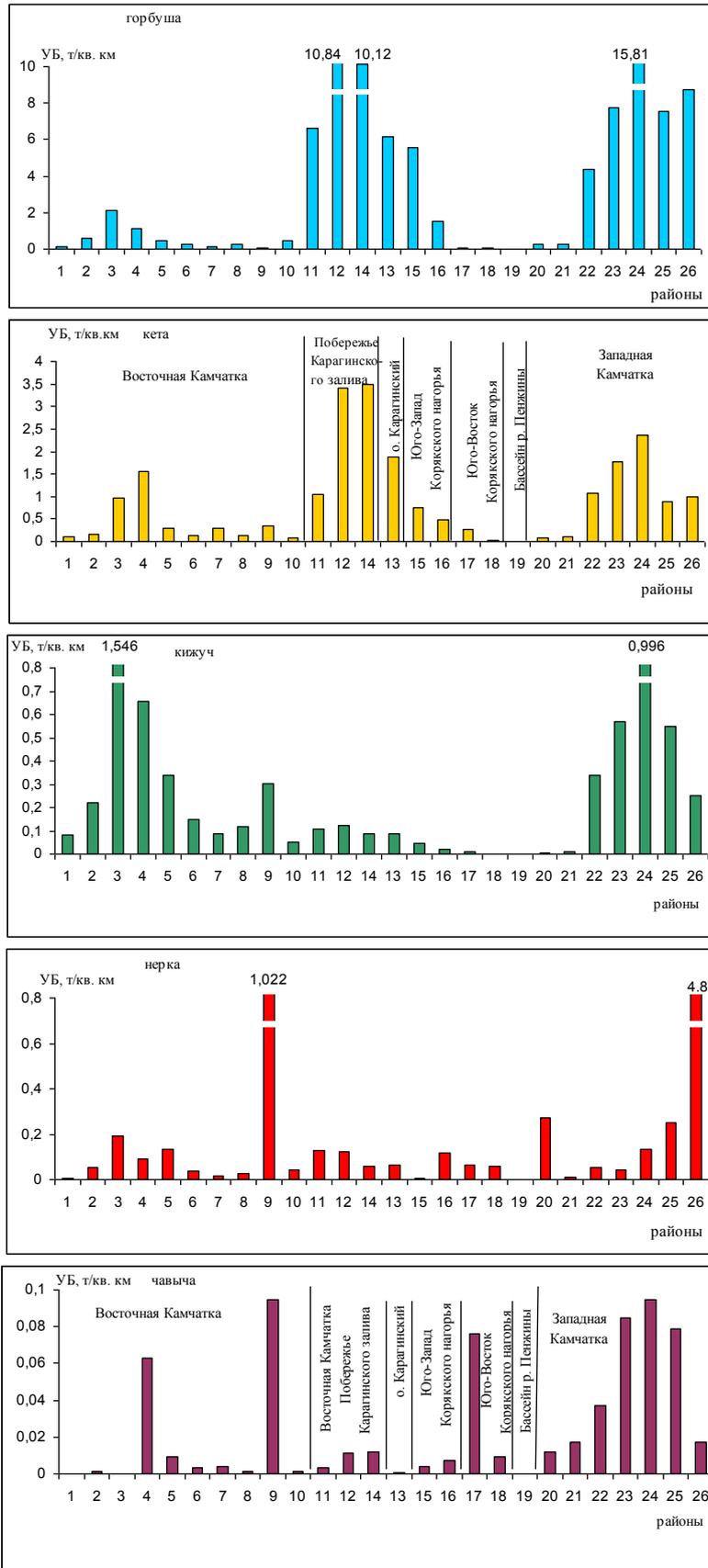


Рис. 27. Сравнительное распределение удельной биомассы УБ (т/кв. км) промысловых видов лосося в основных нерестилищах нерестовых районов Камчатского края

Роль углистого вещества в формировании гидрохимии вод нерестовых рек нами рассматривается как основополагающая. Этот тезис вытекает из химического и органического состава углистого вещества, особенно бурых углей, и их физических свойств, процессов его выветривания, выщелачивания и микробиологического превращения в пищу первого пищевого уровня. Подробно этот аспект исследования освещён ранее в разделе IV.4.

Промысловые нерестовые реки и нерестовые районы различаются количественными параметрами промысловых лососёвых видов, что видно на общей схеме биогеоценоза лосося (*рис. 3-6*). В настоящей монографии нами впервые приводятся некоторые характеристики промысловых нерестовых рек и нерестовых районов, ранее исследователями и нами не анализируемые. Это, например, показатель количества лосося по основным нерестилищам нерестовых районов в штуках на 1 м длины нерестовой реки (*рис. 25*). Рисунки 26 и 27 отражают распределение биомассы видов лосося по нерестовым районам. Различия могут иметь разные причины, но мы обращаемся к геологической среде местонахождения промысловых нерестовых рек. Этот аспект лёг в основу предлагаемой системы локальных ООПТ по исследованию феномена тихоокеанского лосося в регионе (*рис.54*).

Основополагающий тезис нашего исследования – геологическая среда – субстрат биосферы, положен и в основу изучения роли вещества субстрата, в частности, углесодержащего, в формировании гидрохимии вод нерестовых рек как «питательного бульона» для микроорганизмов и водной растительности (*раздел IV.4*).

#### **IV.8. Проблемы искусственного разведения тихоокеанского лосося**

Проблема состоит в биологических и экономических аспектах лососёвого рыбохозяйствования. А возникла она ввиду стремительного истощения дикого природного лосося в местах его интенсивного облавливания в 60-70-е годы XX века. Сначала в Японии, где за три-четыре десятилетия он исчез как природный вид, потом – в США (Калифорния) и Канаде. Здесь экономические мотивы взяли верх над биологическими аспектами, породив биологическую проблему сохранения диких видов лосося вообще.

Согласно многочисленным современным заключениям лососеведов и про-

мышленников, лосось в первичном – диком видовом составе уже исчез в Канаде, на севере США, в Калифорнии, Японии (*Современные проблемы...*, 2006). На пути к исчезновению дикий лосось Приморья и Дальнего Востока, Сахалина, Балтийского моря, Северной Атлантики. Камчатский край – его полуостров Камчатка и юго-запад Корякского нагорья – единственная территория северо-тихоокеанской биосферы, в которой сохранились все дикие виды тихоокеанского лосося. ***В настоящее время лосось испытывает в крае медленно, но неотвратимо наступающий негативный пресс искусственного рыборазведения*** (курсив наш).

Согласно данным *О.М. Запорожца и Г.В. Запорожеца (2006)* на юге Камчатки функционируют пять лососёвых рыбоводных заводов (ЛРЗ), созданных с целью повышения продуктивности нескольких промысловых рек. Три из них – Паратунский, Вилюйский и «Кеткино» располагаются в бассейне Авачинской бухты, Малкинский и «Озерки» – в бассейне р. Большой (Западная Камчатка). Возврат нерки, чавычи и кеты составляет 0,2-2%, а их доля в валовом вылове – до 3%.

Искусственное разведение лосося, пишут авторы, отрицательно сказывается на способности дикого лосося к возврату на нерест в родные водоёмы. Отмечается, что динамика смешанных стад характеризуется рядом негативных факторов. Происходит массовое проникновение лосося искусственного происхождения на естественные нерестилища, что «выбивает» дикого лосося из нереста. Имеется отрицательная корреляция между объёмом выпуска молоди с завода и возвратом взрослых рыб. При этом успешность смешанного нереста науке и практике неизвестна. Одним из специфических аспектов взаимодействия заводских и диких лососей является перенос инфекции от одних популяций к другим. Среди антропогенных источников инфекций – искусственный корм, осеменённый грибами и бактериями. Перенос инфекции происходит и с половыми продуктами. Известно вирусное заболевание нерки. В целом заводская молодь после выпуска является переносчиком всевозможных патогенов к диким рыбам.

Особым аспектом искусственного разведения мы выделяем отмеченный авторами стрэинг диких производителей к ЛРЗ, а заводских – к природным нерестилищам. Это приводит к появлению смешанного потомства, обладающего *«пониженной продуктивностью для естественного воспроизводства»* (стр. 34).

В заключение авторы меланхолически констатируют: ***«Важность сохране-***

*ния диких лососёвых популяций требует постоянного изучения последствий их взаимодействия с рыбами, выращенными в искусственных условиях»* (там же, стр. 34).

Роль лососёвых рыбободных заводов рассмотрена в статье С.А. Синякова (2005) при анализе проблем сохранения естественного воспроизводства лососей на Камчатке и Дальнем Востоке. Взгляды автора ориентированы на аспекты экономики рыбодобычи и наполнены тревогой за неизбежную потерю ценнейшего из гидробионтов, если текущие потери будут усиливаться. Актуальность сохранения биоразнообразия дикого лосося, по мнению автора, очевидна настолько, что лишь инерция мышления ещё не позволяет бить в набат.

Указывается, что сегодня в мире осталось всего два действительно крупных региона масштабного природного воспроизводства основных промысловых видов (горбуша, кета нерка, чавыча, кижуч) тихоокеанских лососей, которые могут рассматриваться как глобальный резерв генофонда дикого лосося. Один из них – Камчатка.

На Камчатке воспроизводится не менее пятой части мировых запасов природного лосося и наблюдается одно из самых больших в мире видовое разнообразие. В камчатских реках размножаются, по меньшей мере, одиннадцать видов лососевых, из которых пять являются промысловыми. На фоне стремительно растущих масштабов искусственного разведения, дающего сейчас более трех четвертей всей товарной лососевой продукции, Камчатка остается *глобальным резервом природного воспроизводства и генофонда лосося, имеющим огромное практическое и научное значение* (стр. 121, курсив наш).

Отмечается автором, что строительство ЛРЗ не восполнит потери дикого лосося по ряду причин. Так, искусственное воспроизводство не дает сегодняшнего ежегодного промыслового улова, так как кормовые ресурсы океана уже используются достаточно полно и не являются беспредельными. Таким образом, в лучшем случае, будет получен тот же объем вылова, но ценой больших затрат. При доле Камчатки в 1% от всего мирового инкубированного лосося эти затраты малоэффективны. Цена дикого лосося будет постоянно расти как экономически, так и генетически.

Возникают экономические дилеммы: либо бесплатное естественное воспро-

изводство, либо искусственное, но требующее больших затрат и дающее менее ценный продукт. *Добавим от себя, и опасный для дикого лосося* (курсив наш).

С.А. Синяков высказывает опасение, что дикий лосось, в условиях безудержного искусственного воспроизводства, сохранится лишь в заповедниках, а вся территория Камчатки станет подобной Приморью – фактически с очаговым воспроизводством дикого лосося и ЛРЗ, работающими хуже, чем японские.

Наши взгляды целиком созвучны аргументированным представлениям С.А. Синякова, но с оговоркой: нужно сохранить ЛРЗ. Нами для ЛРЗ предлагается иная форма функционирования, чем сейчас. Это основано на базе оценки роли геологической среды в жизнедеятельности биогеоценоза дикого лосося. *Строительство ЛРЗ должно проводиться в нерестовых реках (старицах, протоках, притоках и т.п.) в качестве детских садов с природными кормами нерестовых рек* (курсив наш). Корма формируются механизмом, в основе которого микробиологические преобразования ископаемых биогенов углефицированного вещества, особенно бурых углей, и сненки. Аргументировано он описан в Патенте РФ № 2111 от 27.05.1997 г «Способ повышения рыбопродуктивности водоема» (Яроцкий, 1998а) и показан выше в разделе IV.4.

Предполагается такое строительство ЛРЗ также и на реках, потерявших свою продуктивность вследствие известных естественных геодинамических причин изменивших свои русла. Корякско-Камчатский регион расположен в зоне перехода от континента к океану. Она характеризуется рядом контрастных процессов и их последствий. Так, в зоне интенсивно проявлены блоковые субвертикальные движения, при которых происходит миграция речной сети. В этих условиях теряются и естественные нерестилища. Пример на реке Ключ Хайковский на Западной Камчатке уже упоминался выше со слов геолога А.А. Алискерова. В работах ихтиологов, вероятно, есть и другие примеры естественной потери биопродуктивности нерестовых рек. Другой причиной изменения положения русел рек являются обвалы, оползни, сели, блокирование устьев и т.п. опасные геологические процессы. Они являются обычными для рельефа региона, а их пусковым механизмом, зачастую, являются землетрясения.

#### **IV.9. Ландшафтный подход – альтернатива современным рыболовным заводам**

Системно проблемы искусственного воспроизводства лососей показаны в Собрании научных работ «Центра дикого лосося» в докладе «Ландшафтный подход к искусственному воспроизводству лососевых» (*Ландшафтный подход...*, 2006 г.). Группа известных зарубежных ихтиологов и лососеводов разработала ряд основных принципов и подходов, применение которых, по их мнению, может снизить риск ущерба для дикой популяции рыб. Так как доклад широко неизвестен, то приведем его положения, характеризующие меру опасности искусственного воспроизводства дикого лосося. Естественно, что нас интересуют те аспекты, которые затрагивают экосистемы как сообщество лосося и среды обитания.

Авторы констатируют, что *«Рыбоводные заводы оказались катастрофой для когда-то очень многочисленных стад лососей и среды их обитания»* (стр. 6). Это побудило интерес к использованию особо охраняемых природных территорий как средства восстановления численности лососей. В качестве примера приводится ООПТ на реках Коль и Кехта на Западной Камчатке. В разработанном авторами докладе поднимается вопрос о стратегии управления экосистемами и регулированием рек, *указывающие на важность естественных процессов и функций экосистемы* (курсив наш). Таким образом, авторы считают возможным сдвинуть идею по восстановлению популяций лососевых в сторону экосистемного подхода.

Лососёвые рыболовные заводы задуманы для компенсации потери местообитаний лосося и снижения промыслового пресса на него, в т.ч. его браконьерской формы. Но со временем экономические эффекты столкнулись с потерей биоразнообразия и конкуренцией искусственников с дикой молодью – в этом столкновении победа пока остаётся за получением экономической выгоды.

Доклад расширяет теорию экологических концепций, превращая их в альтернативный подход к управлению искусственным воспроизводством. При этом задачей менеджеров является объединение естественных и искусственных популяций лососевых. Такой подход назван автором «ландшафтным». В нем менеджеры учитывают разнообразные факторы: экологию, геологию, климат, биоразнообразие, демографические и генетические признаки и т.д. По отношению к искусственному воспроизводству ландшафтный подход означает, *«что действия про-*

*грамм искусственного воспроизводства должны быть согласованы с экосистемой и ее свойствами»* (курсив наш). Этот аспект важен тем, что менеджеры отдельных лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ) вместо обращения к экосистеме, по-прежнему привязаны только к этим заводам.

Авторы пишут, что в ближайшем будущем природному и искусственному воспроизводству придется сосуществовать. И нужно научиться объединять их таким образом, чтобы ЛРЗ как «фабрики-заводы» выполняли свои функции без вреда для здоровья и долгосрочной жизнеспособности природных популяций. И далее следует меланхолический курсив авторов: *«На сегодняшний день у нас нет необходимых демографических и экологических данных об отдельных популяциях и долгосрочных исследованиях искусственного воспроизводства для здоровья популяций, чтобы использовать количественные оценки риска как руководящие при объединении искусственной и естественной систем»* (стр. 17).

Сказано, что целью первых ЛРЗ было установление полного контроля человека над лососем, так как природа рассматривалась как естественная машина, которой нужно управлять. И здесь оказалось, что в природных системах воспроизводства лосося при его вылове общее количество рыбы не возрастает. Потому, что созданные человеком негативные факторы ограничивают естественное воспроизводство. И, напротив, в искусственном воспроизводстве ограничителей нет, а увеличивающиеся объемы искусственного воспроизводства восполняют его популяцию, если она гибнет из-за деградации среды. Поэтому количество и качество ресурсов окружающей среды не является ограничителем в созданных человеком системах искусственного воспроизводства!!! (акцент наш). Но именно ЛРЗ не смогли остановить деградацию среды и поныне, и появилось растущее осознание того, что они могут негативно повлиять на естественное воспроизводство и его экосистемы.

Анализ исследования истории ЛРЗ и последствий их деятельности в прошлом привел ученых к следующим заключениям (№№ 1-5, стр. 27):

1. «В целом, рыбоводные заводы не справились с задачей спасения окружающей среды от разрушения.
2. Искусственное воспроизводство негативно повлияло на естественные популяции, оказав отрицательный экологический и генетический эффект,

а также, косвенным образом – поощряя большую ловлю, что привело к опасно высокому уровню вылова диких популяций.

3. Менеджеры не смогли проконтролировать работу и оценить программы искусственного разведения настолько тщательно, чтобы обеспечить их эффективность и предотвратить непреднамеренное негативное влияние на естественные популяции.
4. Концепция прошлого, которую использовали для оправдания программ искусственного воспроизводства, основана на непроверенных предположениях, а они выглядят сомнительно в свете современной науки.
5. Программы искусственного воспроизводства не учитывали генетические особенности популяций».

Далее приводятся рекомендации (*№№ 6-11*, стр. 27):

6. «Попытки восполнения должны быть скоординированы с программами восстановления среды обитания.
7. Требуется больше исследований и экспериментов для решения многих важных вопросов о роли, которую займут заводы по разведению рыбы при ландшафтном подходе к управлению.
8. Лучше избегать перемещения лососей и их генетического материала, кроме случаев, когда необходима реинтродукция.
9. Лучше избегать внедрения ненативных видов.
10. Рыбоводные заводы могут быть использованы в качестве временных убежищ для истощенных популяций, но использование заводов для постоянного разведения неприемлемо с экологической точки зрения.
11. В целом, роль искусственного разведения в управлении рыбными ресурсами в будущем будет отличаться от преобладающих путей использования ЛРЗ в прошлом».

Мониторинг ЛРЗ должен включать генетическую оценку его деятельности: сохранится ли в процессе воспроизводства генотип диких популяций? Деятельность ЛРЗ должна руководствоваться концепцией ландшафтного подхода к управлению искусственным воспроизводством – т.е. объединить естественное и искусственное воспроизводство так, чтобы сохранить естественные популяции лососевых. При этом, чтобы предотвратить дальнейшее исчезновение оставшихся

природных популяций лососевых, необходимо понимать экологические, генетические, демографические особенности взаимодействия диких и выведенных человеком рыб. Здесь перед менеджерами встает условие: искусственная рыба должна стать функциональным эквивалентом дикой рыбы (экологически, генетически, поведенчески и репродуктивно)! *Возможно ли это?* (курсив наш).

Как показали современные исследования, уровень жизнеспособности искусственно выведенных рыб значительно ниже такового диких рыб. Авторы констатируют, что: «...ни по одному показателю выведенная человеком рыба не оказалась лучше дикой» (стр. 30). Следует предупредить, что программы восполнения, призванные поддержать естественное воспроизводство, в действительности представляют угрозу дикой популяции, так как мешают приспособлению к условиям местной среды и самому процессу естественного воспроизводства.

Вопрос о возможности вывести лососевых, являющихся дикими по всем параметрам, является неоправданным, говорят авторы. И все улучшения технологий ЛРЗ не устраняют неравенство в уровне жизнедеятельности между дикими и искусственными рыбами. Это неравенство уровней функционирования диких и искусственников может оказаться причиной отторжения заводских рыб природной экосистемой в устоявшемся процессе восполнения истощённых популяций, и остановить его. Делается предупреждение о том, что генетическое взаимодействие диких и окультуренных лососей, при крупномасштабных выпусках искусственников, представляет угрозу для дикой рыбы и противоречит условиям сохранения дикого лосося, в т.ч. препятствует восстановлению истощенных природных популяций.

На основании анализа уровней жизнедеятельности диких и заводских рыб возможно предположение о замене жизнеспособности диких на разовые успехи рыбоводства. Следует вывод: «...выпуски большого количества заводских рыб могут стать реальной угрозой существованию диких рыб и препятствовать восстановлению истощенных природных популяций» (стр. 41).

Среди провалов в управлении ЛРЗ обращается внимание на недопустимость крупномасштабных перемещений икры из одного ЛРЗ (конкретной реки региона) – в другой, что говорит о непонимании ряда свойств экосистем (например, наличие паразитов, инфекций). Они не страшны «местным» рыбам, но губительны для

«пришлых». Еще один провал - переполнение рек заводскими смолтами привел к тому, что емкость среды реки и ее дельты не справлялась с этим и повлекло исчезновение в р. Колумбия дикого кижуча.

Сделан важнейший вывод: *пока эффективность ЛРЗ по разведению будет основываться на количестве молоди, а свойства экосистем не приняты во внимание, диким популяциям грозит полное исчезновение! Поэтому рыболовный завод должен составить единое целое с экосистемой, в которой он расположен* (курсив наш). Для достижения этой цели разработаны положения, характеризующие ландшафтный подход к искусственному воспроизводству. Так авторами сформулирована концепция, о том что «...действие программ искусственного разведения должно быть согласовано с экосистемой и ее свойствами» (стр. 46) (курсив авторов).

Ландшафтный подход сосредоточен на свойствах экосистемы:

- присутствию/отсутствию инфекций или паразитов в воде;
- свойствах окружающей среды (например, температуре);
- емкости бассейна реки;
- факторах, ограничивающих воспроизводство/продуктивность;
- природных климатических циклах/событиях, влияющих на выживаемость диких и заводских рыб.

Ниже приводятся положения, характеризующие ландшафтный подход к менеджменту рыболовных заводов:

- управление деятельностью заводов и средой внутри заводов должно сочетаться с условиями экосистемы;
- качества диких популяций должны быть моделью и целью рыболовства;
- рыболовные заводы должны понимать и поддерживать ключевую роль лососей в экосистеме;
- действия рыболовного завода не должны разрушать важные экологические процессы в водоеме;
- мониторинг деятельности и результатов необходимо проводить не только внутри завода, но и на уровне экосистемы.

Сделан важнейший вывод: *«ландшафтный подход выводит нас за пределы рыболовного завода, заставляя обратить внимание на экосистему»* (стр. 49).

Предложен оригинальный подход к раскрытию понятия «ландшафтный подход»: рассматривать ЛРЗ в качестве аналога природного притока нерестовой промысловой реки, т.е. «приточного» ЛРЗ. И здесь сами по себе возникают естественные вопросы: выводит завод такую же рыбу и в большем объеме, совместим ли он с емкостью экосистемы; совместимы ли жизненные циклы искусственников с дикими и др. В конечном счете, совокупность таких вопросов ставит проблему управленцев: они должны быть лучшими экологами в бассейне!

Внедрение ландшафтного подхода потребует принципиального изменения положения так называемого «приточного» ЛРЗ. Они должны занимать притоки бассейна, а не располагаться в нижних течениях основной реки. В её притоках ЛРЗ действуют в узком спектре экологических ограничений, выпускают меньше молоди, но зато более приспособленной к местным условиям.

Авторы предлагают следующие программные вопросы для оценки критериев деятельности ЛРЗ при ландшафтном подходе – физические и биологические.

Физические характеристики: течение реки (должно быть охарактеризовано по нескольким признакам: характер сезонных изменений, паводки и т.п.); температура воды (должна быть оценена по нескольким параметрам – например, характер сезонных изменений, максимальная дневная температура и т.п.); условия и доступность среды в зонах нереста и выведения в принимающем потоке, на пути миграции, а также в эстуарии и океане; проблемы доступности среды, возникающие из-за физических факторов (например, предельной температуры в низовьях, медленного течения или отсутствия зимних убежищ); состояние и качество дна; состояние водного бассейна выше завода; присутствуют ли там источники сильной седиментации или химических загрязнителей, таких как пестициды, гербициды или промышленные химикаты?

Биологические свойства: присутствие инфекции и паразитов в бассейне; сопротивляемость/подверженность заражению местных популяций; емкость притока, где расположен ЛРЗ, а также общая емкость низовьев реки и дельты, с учетом предполагаемого общего объема воспроизводства природных популяций и рыбозаводных заводов; жизненные циклы целевых видов и вынужденные приспособления, наложенные физическими свойствами среды; *а также обеспечивает ли ЛРЗ бассейн достаточным количеством органических питательных ве-*

*ществ?* (курсив наш) Эти вопросы должны дать ответ на сакраментальный вопрос: какие биологические характеристики экосистемы? Соответствует ли количество выводимых рыб емкости среды?

Обращаясь к бассейну р. Колумбия, авторы считают, что способ и объем искусственного воспроизводства угрожают долгосрочному благополучию оставшихся диких популяций. Сегодняшний подход к ЛРЗ заставляет поднять вопрос о его устойчивости. Необходима альтернатива современным нецелесообразным ЛРЗ, которым является ландшафтный подход. Он и предлагает технологию завод-притоков, которые обеспечивают максимальные совпадения воспроизводства с условиями местной среды.

В последние 20 лет регион бассейна р. Колумбия бьется над вопросом о том, как использовать программы искусственного воспроизводства в качестве основного инструмента для сохранения природы. Сначала искусственное воспроизводство было предназначено для увеличения лососевых стад в коммерческих целях. И только недавно искусственное разведение начали рассматривать как основной инструмент в восстановлении и воссоздании, находящихся в списках Закона об Исчезающих видах, популяций лососей (*NPPC, 1982, 1984, 1987*).

Международный Симпозиум по устойчивому управлению лососем (*Ландшафтный..., 2006г.*) признал необходимость более широкого подхода к оценке деятельности менеджмента ЛРЗ. ***Отмечено, что в условиях добросовестного выполнения ЛРЗ своих обязательств состояние лосося показывает: существующие системы управления не справляются с современными проблемами. В итоге все вместе взятые ЛРЗ не смогли защитить дикого лосося!*** (курсив наш). Современные проблемы подчеркивают необходимость нового, научного подхода к менеджменту ЛРЗ и экосистемам. Ландшафтный подход предлагает вариант решения этих проблем.

Еще ранее (1996 г.) Национальный Исследовательский Совет (NRC) рекомендовал принимать решения об использовании ЛРЗ с учетом особенностей региона, что означает необходимость принимать во внимание не только рыбу, но и экосистему всего бассейна.

Длительная дискуссия о роли ЛРЗ в искусственном воспроизводстве лосося привела общество к ошеломляющему выводу: лососевые заводы не могут заме-

нить естественную среду обитания и не стали инструментом долгосрочного воспроизводства и сохранения тихоокеанского лосося. Авторы с горечью констатируют: *«если мы хотим, чтобы тихоокеанский лосось и культурная, духовная и экологическая деятельность, зависящие от него, продолжали существовать в ближайшем будущем, необходима реалистичная альтернатива «фабрикам-заводам», которая могла бы заменить лососям как можно больше функций их естественной среды обитания»* (стр. 71).

Такой альтернативой авторы считают ландшафтный подход. Его целью является *«...внедрить искусственное разведение в экосистему отдельного притока или подбассейна, с учетом их естественного уровня воспроизводства...»* (стр. 72).

Завершающим аккордом гимна ландшафтному подходу является положение о программах работы ЛРЗ. Это потребует от менеджеров дальновидности и стремления воплотить в жизнь проекты небольших «приточных» ЛРЗ, в которых условия и технология воспроизводства совпадали бы с условиями природной местной среды.

Оценивая вышеописанный ландшафтный подход, мы можем констатировать, что он является полным аналогом подхода к искусственному воспроизводству, предлагаемому нами в ряде публикаций (*Яроцкий, 1995г; Яроцкий, 1995, 1996 г, 1997 а, 1998 в, 2000 – 2009*). Во всех наших публикациях акцентируется тезис о природных условиях функционирования ЛРЗ в старицах, протоках, притоках, проточных озерах бассейнов нерестовых рек – именно там, где формируются нагульно-выростные угодья лосося на природных кормах.

Тезис основан на оценке определяющей роли геологической среды в жизнедеятельности молоди биогеоценоза дикого лосося в пресноводный период. Ландшафтный подход реализуется в вышеназванных частях экосистем бассейна отдельных нерестовых рек или их систем в структуре нерестового района. Как было показано выше, названные вышеозначенными зарубежными авторами физические и биологические характеристики, как требования к «приточным» ЛРЗ, в полной мере являются отражением нашего подхода – геологическая среда экосистемы биогеоценоза дикого лосося.

Принимая места строительства ЛРЗ в природных экосистемах, мы целиком

отвергаем авторское положение ландшафтного подхода относительно кормовой базы природного инкубатора – яслей молоди. Потому, что *применяемые искусственные корма на современных ЛРЗ не являются аналогом природной пищевой цепи гидробионтов лососевых рек*. Они могут стать пусковым механизмом генетического перерождения дикого лосося, что косвенно подтверждают сами авторы ландшафтного подхода. Укрепим этот наш тезис их цитатой со стр. 28: *«Мониторинг рыбоводных заводов должен включать генетическую оценку. Оценка нужна для того, чтобы выяснить, сохраняется ли в процессе воспроизводства генотип дикой популяции»*. Уместно вспомнить и ещё одну приведённую выше цитату авторов о том, что ни по одному показателю выведенная человеком рыба не оказалась лучше дикой.

Наше исследование базируется на сформулированных постулатах, принятых нами в качестве базы методологии искусственного воспроизводства:

- постулат о невозможности искусственно получить лосося, адекватный дикому;
- постулат о том, что сохранение дикого лосося с природным генотипом возможно лишь в естественной среде с естественными пищевыми цепями гидробионтов в нагульно-выростных угодьях нерестовых рек;
- постулат о том, что только природная геологическая среда экосистемы дикого лосося может обеспечить сохранение и дальнейшее его устойчивое использование.

В качестве отдаленного примера третьего постулата приведем пример выращивания овощей методом гидробионики. Он был популярен в 60-е годы прошлого века, но тихо исчез, так как искусственная питательная смесь не смогла обеспечить спектр получения полного состава биологически активных веществ получаемых этим способом овощей.

Уместно сказать и о том, что искусственники в пастбищном и садковом воспроизводстве лосося рассматриваются биологами и потребителями как генетически модифицированные продукты, биологические последствия применения которых людьми неизвестны.

Оценивая положения авторитетных авторов доклада в целом, приходим к их нескольким положениям, созвучным и нашим представлениям, о соотношении

технологий естественного и искусственного воспроизводства.

Искусственное воспроизводство изначально было ориентировано на увеличение товарного воспроизводства. Лишь со временем возникла потребность решать и задачу сохранения дикого лосося, но применяемые технологии ЛРЗ напротив, стали приводить к обратному эффекту. Ее решение предлагается в ландшафтном подходе, смысл которого заключен в экосистемной/биогеоценотической концепции: лосось и среда обитания!

Здесь авторами предлагается оригинальный аналог ЛРЗ – природный приток нерестовой (и промысловой) реки. Используемый таким образом ландшафтный подход обеспечит выживаемость молоди.

Следует обратить внимание на один аспект исключительно богатой аргументами методологии авторов: признание экосистемно/биогеоценологической концепции. Но здесь, среди ряда, довольно ограниченного, требований к освоению ландшафтного подхода, нет характеристики геологической среды. В докладе не рассматривается и аспект природной кормовой базы, даже в «ЛРЗ – протоках» вновь ставится вопрос: *«обеспечивает ли ЛРЗ бассейн достаточным количеством органических питательных веществ? Соответствует ли количество выводимых рыб емкости среды»* (стр. 67). Этот аспект проблемы у авторов имеет одно решение: корма должно быть оптимально, и это конечно, для них не проблема. Но здесь возникает и совершенно ими игнорируемая дилемма последствий использования искусственных кормов: естественное питание и искусственное. Мы считаем, что здесь кроется ряд биологических последствий на генетическом уровне. Именно поэтому дикие животные всегда лучше по всему спектру потребительских качеств и всегда выше по жизнеспособности, нежели искусственники. Этот постулат отражен в процессе эволюции человека, а унаследован он еще от самых ранних стадий становления его как вида. И пока еще геном человека хранит вкус природной пищи и управляет ее потреблением!

Мы предлагаем экосистемный подход реализовать не только для увеличения товарного воспроизводства, но, главное, для обеспечения сохранения всех свойств природного лосося на главном этапе его жизнедеятельности – в пресноводный период жизни на природных кормах. Цель – сохранение генотипа дикого лосося.

Это нами предлагается, как сказано выше, делать в протоках, старицах, при-

токах гидросети, в т.ч. высоких порядков, отшнурованных протоках и озерах нерестовых рек, где формируются кормовые угодья молоди. Ландшафтный подход относится исключительно к деятельности ЛРЗ с использованием притоков, как природной среды, но с кормлением искусственными смесями. Таким образом, в подходе авторов реализуется вторая сторона жизнедеятельности лосося: среда его обитания. Но при искусственных кормах она уже не является адекватной физиологии природного – дикого лосося!

Ландшафтный подход стремится к приближению искусственного воспроизводства к общей схеме природных экосистем, что будет последовательно обеспечивать одинаковые условия для совместного сосуществования смолтов лосося. Но при искусственном воспроизводстве дикого лосося нам неизвестны в требуемой мере физиологические изменения в нём (например, хоминг!) и процесс может быть обратным: не приближение искусственного к дикому, а наоборот! Представляется, что ландшафтный подход, по сути, может привести именно к этому финалу, так как сохраняется питание молоди искусственными смесями с их генетическими нерегулируемыми сторонами проявления.

На сохранение дикого лосося в современном обществе накладывается ряд осложняющих факторов биологического, экологического, экономического и социального содержания, систематически и целенаправленно могущих привести его к исчезновению из биосферы. Такие факторы общеизвестны для ряда животных в прошлом и здесь не рассматриваются.

В современных условиях Камчатского края, с его низкой степенью антропогенной освоенности территории, учет негативных факторов является реальной альтернативой современным рыбоводным заводам, использующим уже очевидно ретроградные цели и технологии. Генофонд дикого лосося в крае настолько крепок, что требуется лишь не совершать новых ошибок.

#### **IV.10. Геоэкологическая гипотеза о хоминге лососёвых**

Углеродсодержащие породы геологического разреза экосистем лосося во всех его структурно-формационных этажах представлены углями, углисто-глинистыми сланцами, лигнитами.

Наибольшим территориальным распространением пользуются бурые угли миоцен-плиоцена, в значительно меньшей мере – каменные угли эоцена и эпизодическим – верхнего мела. Углисто-глинистые породы, и эпизодически – лигниты, известны в разных углистых подразделениях геологического разреза. Свойства углистого вещества, как органо-минеральной смеси с некими геохимическими маркерами, положены в основу нашей геоэкологической гипотезы о хоминге лососёвых рыб. Особым аспектом характеристики углистого вещества является его парагенезис с продуктами вулканизма, в т.ч. с диагенезом и постугольными инъекциями вулканического вещества.

Явление хоминга лососёвых – чувства родного дома – в ихтиологической отечественной науке и практике фактически является пока лишь констатацией факта. В опубликованной русскоязычной литературе о нём крайне мало исследований. Значительно больше зарубежных публикаций, пока ещё труднодоступных и только посредством Интернета. Нам доступны сведения от выдающегося знатока и защитника дикого лосося *Джим Лихатович (2004)*, но и у него этот аспект биологии лосося ограничен лишь краткой ссылкой на начальные исследования Ч. Гилберта в 30-40-е годы XX века на западе США.

Сравнительное рассмотрение возврата в родные реки горбуши и кеты анализирует *Л.Б. Кляшторин (1986)*. Оно выполнено на основе анализа фактического возврата лосося на Сахалине, Западной Камчатке, Охотском побережье, у Тихоокеанского побережья Канады, на Аляске. Это исследование проведено с целью проверки утверждений о низком хоминге горбуши. Со ссылкой (Глубоковский, Животовский, 1986) автор пишет: **«В литературе высказывались мнения о том, что выраженность хоминга лосося зависит от длительности их пресноводного периода, и поэтому горбуша, молодь которой мигрирует в море сразу после выхода из грунта, должна иметь слабо выраженный хоминг»** (стр. 57). Сравнение горбуши с кетой, у которой пресноводный период дольше, чем у горбуши, приводит автора к выводу о несостоятельности таких утверждений. Приводятся данные о том, что часть молоди нерки, чавычи и кижуча, сеголетками проводящей в реке лишь 1-2 месяца, имеют хоминг не ниже обычного.

Как о догадках, говорит автор о механизмах ориентации взрослых лососей в океане по Солнцу, звездам, магнитному полю, гравитационным аномалиям. Одна-

ко, *«На этапе прибрежной миграции включается механизм ориентирования по запаху, который позволяет лососям, в конце концов, отыскать родную реку»* (стр. 58) (курсив наш). Автор констатирует, что согласно современным представлениям, *реакция на запах родной реки многократно увеличивается под действием половых гормонов в период созревания гонад* (курсив наш). Очень показательным является и его утверждение, что *«по физиологическим механизмам хоминга горбуша и кета принципиально не отличаются от других проходных лососей. Выраженность хоминга не связана с длительностью пресноводного периода жизни лососей»* (стр.58).

Первое утверждение подтверждает общность горбуши и кеты, как родственных другим проходным лососям. Второе – исключительно интересный факт вероятного одноактного процесса формирования механизма хоминга. Оба утверждения помогут нам далее при обосновании геоэкологической гипотезы хоминга.

Чувство хоминга интересует автора статьи с точки зрения повышения достоверности прогноза времени подходов горбуши на нерест. И он приходит к выводу о том, что прогноз подходов требует совершенствования, так как горбуша, подобно другим лососям, обладает высокой точностью возврата в родные реки, т.е. достаточно точным чувством хоминга.

Оценивая работу Л.Б. Кляшторина, следует обратить внимание на полное отсутствие раскрытия в ней вопроса о запахе. Но есть очень важный факт в его описании: о многократном усилении реакции узнавания запаха родной реки при созревании гонад. Приведенный выше, этот процесс происходит у лосося, уже подошедшего к побережью из океана, и готового войти в родную реку. Не для того ли обостряется чувство узнавания, когда нужно найти одну единственную реку родного дома? Ниже мы воспользуемся и этим фактом, давая собственную геоэкологическую гипотезу хоминга.

С рассуждениями Л.Б. Кляшторина созвучны американские эксперименты по исследованию хоминга (Бушуев, 2000), основанные на хеморецепторном подходе к нему. Во время ската молоди лосося в водоток нерестового притока вводилось пахучее химическое вещество. Оно же вводилось в этот приток и во время возврата взрослого лосося – и рыба шла в него. Затем, выловив эту рыбу, возвращали её к устью уже другого притока с тем же веществом в воде, и рыба тоже шла в этот

новый приток. Высказана гипотеза: приучая лососёвых к сильно пахнувшим веществам, можно привлечь производителей в другие реки, в которые вносятся эти вещества. Возможно, как пишет автор, это связано с процессом смолтификации в пресноводном периоде жизни в воде, чей запах она запоминает. Но время показало ошибочность гипотезы, заключает автор.

Выскажем и своё мнение о приведенной гипотезе химического маркирования и распознавания вод: в эксперименте в данном случае вырабатывался «одноразовый» условный рефлекс, не передаваемый нерестовому поколению. Очевидно, природа заботилась о минимальном проявлении стренга (блуждании) во время подхода лосося к родным водам с целью безошибочного нахождения родной реки.

Хеморецепторная гипотеза хоминга (*Загадки и тайны...*, 2005) основана на представлении о веществе, на которое реагирует лосось, как о летучем, растворимом в воде, нейтральном и неустойчивом к температуре. Однако химический состав его остается нераскрытым. И авторы меланхолически вопрошают: «Когда же лососи запоминают запах родной реки?».

*В.И. Карпенко (1998)* в статье «Самая загадочная из лососей – горбуша» тоже придерживается хеморецепторной гипотезы. Он – сторонник, видимо, высокого хоминга у горбуши, ссылаясь на *Л.Б. Кляшторина (1986)*. Говоря о подходах горбуши из океана к родным рекам, он отмечает удивительное явление: устье родной реки замыто штормами на год-два, но рыбы приходят к месту, где пресные воды реки просачиваются в море, долго кружатся у места фильтрации и ... нерестятся прямо в прибрежной полосе. Но достаточно разрушиться намытой преграде, как лососи вновь приходят в свою реку. Часто замывается одно из множества устьев большой реки. И лосось много лет приходит к нему, так как фильтрация пресных вод продолжается и вход возможен в любое из них. Этот факт тоже будет использован ниже.

Вся статья *В.И. Карпенко* – гимн горбуше. И множество фактов из ее миграции говорит об обоснованности хеморецепторного механизма ее хоминга. Но автор о самом хоминге не высказывает своего определенного мнения. Статья очень давняя, но поиски материала в сети Интернета о механизме хоминга дали лишь ее вышеприведённую информацию (*Загадки и тайны...*, 2005).

Наше мнение о механизме хоминга основывается на особенностях веществ-

венного состава геологической среды нерестовых рек. Возьмём, в качестве примера, реки с субстратом углистого вещества. Углистые толщи с месторождением/проявлением углей, либо с рассеянной угленасыщенностью формировались в Корякско-Камчатском регионе на территории протяжённостью по меридиану более 1500 км. Этот процесс происходил в разных геологических и природно-климатических условиях на протяжении геологически длительного времени (млн. лет) из растительности разного видового состава.

Видовой состав растительности, в том числе, водной, как известно, связан с различными вещественными парагенезисами геологической среды, в частности, с её почвами. Особенности почв, в т.ч. геохимические, в вулканических районах связаны с процессами вулканического выброса пеплов разных вулканов и последующими магматическими инъекциями в угольные пласты (межпластовые интрузии, силы, дайки, минеральные воды и т.п.) (*Угольная база...*, 1999). В конечном счёте, это создало в угленосных образованиях некую геохимическую специализацию, свойственную только конкретным объектам. Маркер этой специализации переходит в воды нерестовых рек, а воды приобретают химическую память и, видимо, в период смолтификации молоди лосося закрепляется в его ДНК.

Маркером специализации могут быть различные химические элементы либо их соединения. Химическое выветривание углей и другого углистого вещества приводит к образованию гуминовых кислот. Их бактериальное преобразование в органику (и пищу первичного трофического уровня), переносит химические элементы в разнообразных соединениях в структуру живого вещества следующих трофических уровней, потребляемых, в конечном счёте, молодь лосося. Некоторые из соединений формируются водной растительностью в процессе минерального питания, также являющейся звеном в трофической цепи молоди лосося. В конечном счёте, в ДНК лосося попадает один из геохимических маркеров, выбранных природой, вероятно, особо стойкий. В общей цепи рассуждений такой маркер есть у вод каждой нерестовой реки, независимо от состава дренируемых горных пород.

Такой механизм будет действовать до тех пор, пока водоток будет размывать одни и те же породы с маркером и будет существовать как водный объект. Возможно, что косвенно на это указывает естественная потеря некоторыми реками

лососёвой продуктивности либо их оскудение, либо уменьшение прихода лосося с более высоким хомингом (кета, нерка, кижуч, чавыча), либо напротив – увеличение прихода горбуши, хотя у неё, как считают некоторые исследователи, наиболее низкий хоминг среди проходных лососей.

Воды нерестовых рек хранят в химической памяти оригинальный геохимический маркер, свойственный только конкретному органо-минеральному углисто-му веществу конкретного геологического разреза. Концентрация этого маркера в прибрежных водах возможно наивысшая в приустьевых водах нерестовых рек. И именно в этом месте у лосося обостряется, дремлющая в океане, способность улавливать химический «запах» родной реки. Этот механизм в общих чертах предполагался нами ранее (*Яроцкий, 1997; 2001а, б; 2003 г.; 2005 б и др.*) и предположительно связывался с химической памятью вод рек.

В настоящее время в Интернете появилось множество публикаций о памяти воды. Согласно мнению К.М. Резникова (*Мосин., 2010*) существует три компоненты передачи информации водой: вовлечение в информационный процесс всех клеток организма; вовлечение определённых клеток; адресование определённой ткани организма. Эти три компонента составляют *«...всеобщую (генерализованную) рецепторно-информационную систему, обеспечивающую информационное взаимодействие, с одной стороны, всех структурных образований организма (клетки и их органеллы, ткани, органы, функциональные системы) по типу «всё знает обо всём», а с другой – непрерывную двустороннюю связь организма с внешней средой»* (курсив наш).

Система содержит рецепторы организма, которые осознают информацию воды на уровне определённых клеток организма. Целенаправленная передача информации конкретна, уже адресованная определённой ткани организма. Она вызывает изменения, регистрируемые на уровне органов изменения, и проходит при участии системы «медиатор-рецептор» (нервная система) и «гормон-рецептор» (гормональная система).

Здесь и уместно обратиться к факту, приведённому выше у Л.Б. Кляшторина: о многократном усилении реакции узнавания запаха родной реки при подходе к побережью под воздействием половых гормонов при созревании гонад. Действительно, в океане этот процесс ещё не происходит – рано, и при этом рыба в океане

ещё в стаде и подчиняется его законам. А при подходе к берегу, она готовится к нересту и в нервной системе мобилизуются рецепторы, настроенные на химическую память родной реки.

В речной воде, обладающей химической и генетической памятью, в результате многократного согласования информационной передачи между веществом углей с геохимическим маркером и водой, устанавливается окончательно преобразованная матрица структурных элементов в ячейке воды. Эта матрица сохраняется на бесконечное время существования водотока и его геологического субстрата и улавливается рецепторами лосося. Здесь и есть уместное обращение к факту, описанному у В.И. Карпенко, и приведённого выше.

Предлагаемый ход рассуждения относится к дикому лососю, хоминг которого формируется в природных условиях. Что касается искусственного лосося, выращенного на искусственных кормах в условиях жалкого подобия природных нерестилищ, то нам нечего сказать об их чувстве. Тем не менее, химическая память вод и искусственных нерестилищ тоже существует. Вопрос лишь, видимо, в геохимическом маркере. Он тоже содержится в водах рек, на которых стоят лососёвые рыбоводные заводы, и вечен до тех пор, пока есть воды рек и их субстрат. В этом отношении очень важным элементом хоминга выступает икра, которая должна быть взята только от рыб конкретной реки – матери вида, равно как и молекулы отца.

Вода родной нерестовой реки содержит, таким образом, информацию, воспринимаемую лососем. При этом понятие «информация» рассматривается как мера организованности движения в виде взаимодействия и перемещения частиц в системе «вода-лосось».

Из сказанного складывается общая картина формирования хоминга, основанная на хеморецепторном механизме. Остаётся добавить, что и для других химических типов геологического субстрата нерестовых рек, содержащих геохимические маркеры, действие механизма предполагается идентичным угольному субстрату. Видимо, в каждой из нерестовых рек Природа выбрала наиболее яркий и стойкий маркер. Поэтому лосось идёт и в безугольные реки. Со временем их кормовая база обеспечивает оптимум возврата, не позволяя возникнуть пищевой конкуренции среди молоди.

Таким образом, *концепция хоминга формулируется нами как парагенетическая связь генетической памяти воды о геохимическом маркере углей (и др. подобных веществ геологического субстрата нерестовых рек) и свойства биологической системы лосося улавливать его при подходе к водам, несущим этот маркер – к родному дому.*

Формируя хоминг, природа регулирует подходы в реки разных рас в определённое время года. Это обеспечивает максимально рациональное использование нерестилищ. С другой стороны, это предотвращает и нежелательную пищевую конкуренцию молоди в нагульно-выростных угодьях нерестовых рек.

Познание хоминга может стать эффективным путём перехода от рыболовства, как обычной добычи ресурса, к управляемому рыбохозяйствованию. А собственно хозяйствование должно базироваться на природной кормовой базе, достаточность которой обеспечивает геологический субстрат нерестовых рек. Исключительно высокую продуктивность лосося Природа обеспечила достаточной кормовой базой молоди лосося в пресноводный период жизни. Эта база максимально оптимальна и наиболее продуктивна в тех реках, которые дренируют углесодержащие вещества с полным набором макро- и микробиогенов. Их вместе с органическим веществом сненки перерабатывают микроорганизмы, формирующие органику первого трофического уровня нагульно-выростных угодий молоди нерестовых рек. Возможно, что предел кормовой базы ограничивается ёмкостью водной среды нагульно-выростной угодий и может регулироваться в реальной геологической обстановке.

Рациональное использование кормовой базы и нерестилищ обеспечивается хомингом лососевых, с другой стороны, хоминг является управляющим механизмом привноса в родные реки огромной массы пищи для животных на их нерестилищах и нагульно-выростных угодий.

В целом хоминг является механизмом, обеспечивающим самосохранение тихоокеанского лосося от перенаселённости в реках и от вырождения. Он обеспечивает устойчивое существование, как и собственно вида, так и целого ряда экосистем биосферы нерестовых территорий северо-запада Тихого океана.