

УДК 581.524.1:[581.55::556], 630\*116.9

А.В. КОРДЮКОВ

## Водоохранная роль лесов бассейнов малых горных рек Сахалина

*Антропогенная деградация лесного покрова провоцирует интенсификацию эрозионных процессов на водосборе и в речном русле. Это приводит к повышению мутности и содержания в речных грунтах частиц <1 мм и повышенной смертности лососевых рыб на эмбрионально-личиночном этапе развития. На примере экосистем бассейнов малых горных рек юга о-ва Сахалин установлено, что участки рек, окруженные темнохвойными лесами, характеризуются наименьшими мутностью и содержанием фракций <1 мм.*

*Ключевые слова:* защитная роль леса, мутность, гранулометрический состав речных грунтов, Сахалин.

**Water protection role of forests of the small mountain river basins of Sakhalin.** A.V. KORDYUKOV (Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk).

*Anthropogenic degradation of forest cover triggers intensification of erosion processes on a watershed and in a river bed. It causes an increase of water turbidity and content of the fractions <1 mm in size in the river alluvium and increases mortality of salmonids during embryonic and larval periods of development. It is shown that river sections surrounded by dark-coniferous forests are featured by minimal water turbidity and low content of the fractions <1 mm in size. The research was taken by example of ecosystems of small mountain rivers of southern Sakhalin.*

*Key words:* protective role of forests, water turbidity, gran-size composition of river alluvium, Sakhalin.

Важность влияния леса на окружающую среду и человека трудно переоценить. Еще Г.Н. Высоцкий, замечательный русский лесовод и почвовед, условно представлял лес в виде формулы-схемы  $S = L(GPH)$ , где  $S$  (silva) – лесное сообщество,  $L$  (lignum) – лесообразователи,  $G$  (gremium) – условия внешней среды,  $P$  (pertinentia) – влияние леса на среду,  $H$  (Homo) – влияние человека на лес [3]. Одним из проявлений пертиненции является водоохранно-защитная роль леса.

Н.А. Воронков предложил схему соподчиненности составляющих водоохранно-защитных свойств леса, где выделены гидрологическая, защитная и мелиорирующая функции [2, с. 24]. Гидрологическая функция в свою очередь подразделяется на количественную (увеличение/уменьшение суммарного стока), качественную (влияние на химический состав, физические, бактериологические, термические и другие свойства вод) и водорегулирующую (влияние на регулирование стока посредством перехвата осадков кронами, поглощения влаги подстилкой, уменьшение поверхностного стока и т.д.). Защитная функция предполагает почво-, поле-, берего-, водоемозащиту и др. Мелиорирующая функция включает почво-, климатомелиорационные и санитарно-гигиенические влияния на окружающую среду. Кроме того, элементы указанной схемы оказывают существенное взаимное влияние.

Часть указанных водоохранно-защитных свойств леса образует комплекс, который Лесной кодекс России именует нерестоохранным [19, гл. 15, ст. 102, п. 2]. Нерестоохранные

---

КОРДЮКОВ Александр Владимирович – кандидат биологических наук, научный сотрудник (Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск), Сахалинский государственный университет.  
E-mail: kordyukov@rambler.ru

функции особенно важны для Сахалинской области в связи с тем, что во многих реках островного края нерестятся ценные лососевые рыбы. Среди 6 видов тихоокеанских лососей, нерестящихся в дальневосточных реках, наибольшее значение имеет *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) – горбуша, занимающая 78 % от общероссийского вылова [32]. На ее численность и биомассу влияет большое количество факторов, на раннем этапе онтогенеза являющихся критическими для дальнейшего развития популяции: кислородный и температурный режимы, загрязнение воды в реке в период нереста и развития икры, скорость течения и уровень воды, фракционный состав речного грунта, ледовый режим; и др. [29].

В настоящей работе исследуется влияние лесного покрова в речных бассейнах на загрязнение речной воды взвешенными частицами (мутность) и фракционный состав речного грунта, а именно на содержание в грунтах мелких фракций, обуславливающих заиление<sup>1</sup>.

Повышение мутности вод и заиление речных грунтов становится следствием развития и (или) интенсификации эрозионных процессов в бассейнах и руслах из-за нежелательных изменений гидроклиматических функций, происходящих в результате хозяйственной деятельности в лесах [11–13, 31 и др.].

Рациональное лесопользование – одна из наиболее эффективных мер регулирования гидрологического режима, предотвращения паводков и образования твердого стока [12], поскольку растительность входит в число немногих природных факторов, препятствующих развитию эрозионных процессов [30]. При том что антропогенные нарушения растительности обуславливают более 50 % твердого стока с материков, «растительный покров суши может почти полностью остановить твердый и золотый сток вещества с материков в моря и океаны» [4, с. 7].

Результаты исследований гидроклиматических функций растительности на Дальнем Востоке, в том числе на Сахалине, представлены в работах [5, 11–14, 21, 25], влияние гидрологических характеристик на успешность нереста и выживаемость лососевых на эмбрионально-личиночном этапе развития – в работах [9, 17, 18, 22, 23, 28 и др.].

Исследования показали, что заиление речных грунтов оказывает весьма существенное влияние на выживаемость эмбрионов лососей, поскольку от содержания мелких частиц зависит проточность грунта, во многом определяющая успешность развития икры лососевых, влияя на водообмен и кислородные условия [17, 33 и др.]. А.П. Шершнев и А.И. Ардавичус связывали повышенный отход икры с содержанием в речном грунте фракций с диаметром меньше 3 мм [28], Ф.Н. Рухлов – с увеличением удельного веса фракций <2 мм [22]. В.Н. Леман с соавторами [17, 18 и др.] убедительно показывают, что негативное действие на лососевые эмбрионы оказывают фракции <1 мм.

Заиление происходит вследствие способности песчано-галечного грунта отфильтровывать и накапливать переносимые водой частицы [9]. Кроме того, лососи, филогенетически приспособившиеся к нересту в чистой воде, избегают участков с повышенной мутностью [23].

Вопрос о влиянии растительности бассейнов на мутность вод и заиление речных грунтов весьма сложен. С точки зрения детального рассмотрения сообществ в научной литературе он раскрыт слабо. Работы в данном ключе преимущественно характеризуют изменение гидроклиматических функций лесов, а также состояния речных грунтов в результате лесозаготовок [9, 11, 23, 28 и др.]. Этим обусловлена актуальность оценки воздействия фитоценозов, произрастающих в речных бассейнах, на содержание взвешенных частиц в воде и мелких фракций в грунтах нерестилищ<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Термин «заиление» мы используем в понимании В.Н. Лемана [17, 18] как содержание частиц с диаметром менее 1 мм.

<sup>2</sup> Вслед за С.Ф. Золотухиным под нерестилищами мы понимаем участки русла, как правило, ежегодно (при достаточном количестве производителей) используемые лососями и обеспечивающие высокую эффективность нереста [7].

В связи с этим целью настоящей работы – оценить влияние степени нарушенности лесного покрова, произрастающего в бассейнах малых рек, на мутность вод и заиление речных грунтов.

Для достижения цели поставлены следующие задачи: выявить зависимость годовой динамики мутности водотоков от окружающей бассейновой растительности; исследовать влияние лесных сообществ, их особенностей и распределения в бассейнах на содержание мелких фракций в составе речных грунтов.

## Методы исследования

Геоботанические описания и маршрутные исследования в бассейнах рек выполняли по стандартным методикам [8, 24 и др.]. Формулы древостоев составлены исходя из участия каждой породы в общем числе стволов древостоя. В них применены следующие сокращения: Пс – *Abies sachalinensis* Fr. Schmidt, БЭ – *Betula ermanii* Cham., Еа – *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord) Fisch. ex Carr., Ку – *Acer ukurunduense* Trautv. et C.A. Mey., Ик – *Salix caprea* L., Иу – *S. udensis* Trautv. et C.A. Mey., Ов – *Alnus hirsuta* (Spach) Fisch. ex Rupr., ТМ – *Populus maximowiczii* A. Henry.

Отбор и анализ проб грунта (15 проб массой 6–11 кг) для определения гранулометрического состава проводили по методике экспресс-оценки состояния нерестилищ тихоокеанских лососей [17].

Мутность вод (содержание взвешенных частиц, мг/л) определяли гравиметрическим способом с использованием фильтра «синяя лента» [20]. Пробы брали в стрежневой части потока.

Исследования проведены на реках южной части о-ва Сахалин в два этапа. Первый этап (с января 2011 г. по январь 2012 г.) включал выявление зависимости годовой динамики мутности вод от растительности бассейнов, второй (2012–2013 гг.) – изучение влияния особенностей лесного покрова на заиление речных грунтов<sup>3</sup>. На основе полученных данных проведен ранговый корреляционный анализ (рассчитан коэффициент корреляции Спирмена) между содержанием различных фракций <3 мм в речных грунтах и средневзвешенными характеристиками лесного покрова участков бассейнов, расположенных выше места взятия проб грунта. В связи с тем что в разной мере удаленные от русла участки речного бассейна различно влияют на процессы осадконакопления, поиск корреляции проведен с использованием характеристик лесных полос, в разной мере удаленных от русла (на 30, 100, 200 м, а также полоса вдоль всего бассейна).

Статистический анализ проведен с использованием программ «R-Statistics»; величины значимых коэффициентов определялись программой автоматически в зависимости от размера выборки. Вычисление средневзвешенных характеристик лесного покрова по разным лесным полосам осуществляли в программе «QGIS».

## Влияние лесного покрова на мутность речных вод

Исследования влияния бассейновой растительности на годовую динамику мутности проводили на экологических профилях, заложенных вдоль двух водотоков.

Первый водоток – р. Ай Долинского района, вдоль которой расположили профиль «А», включающий 3 станции отбора проб (рис. 1). Первая располагается в 17 км вверх по течению реки на участке, окруженном вторичными темнохвойными лесами (частичная полилесокультура, формула древостоя 7Пс2БЭ1Еа + Ку + Ик, сомкнутость 0,9, высота 20–25 м, возраст 40–100 лет), занимающими около 75 % площади той части водосбора,

<sup>3</sup> Более подробно результаты представленных исследований опубликованы в работах [15, 16].

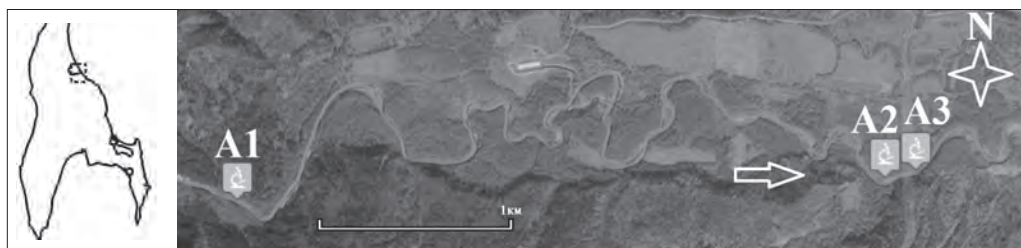


Рис. 1. Схема расположения станций проведения измерений на р. Ай

что расположена выше по течению, чем станция. Вторая расположена в 10 км вверх по течению реки на участке водосбора, активно используемом в хозяйственной деятельности. Около 60 % площади этой части водосбора занято вторичными малопродуктивными мелколиственными лесами (преимущественно ивняками с формулой древостоя 8Иу 2Ов ед. ТМ ед. БЭ, сомкнутость 0,8, высота 9–14 м, возраст 30–40 лет), около 30 % занимают пастбища, 10 % – участки восстанавливающейся темнохвойной тайги. Ниже по течению, в 150 м от второй станции расположена третья, приуроченная к полосе земельного отвода вдоль трассы нефтегазопровода. На этой территории во время строительства трассы трубопроводов была полностью уничтожена растительность, нарушен гидрологический режим территории. В настоящее время на полосе землеотвода формируется разнотравный луг. Трубопровод через русло реки проложен мокрым траншейным способом.

Второй водоток – постоянный горный ручей, стекающий по южному склону горы Лысая (Сусунайский хребет) и впадающий в р. Перевальная (приток р. Рогатка). Вдоль ручья расположен профиль «S», включающий 2 станции отбора проб (рис. 2). Первая расположена на участке, окруженном темнохвойным массивом (вторичный лес, естественным образом восстановившийся после лесных пожаров; формула древостоя 6Пс4Еа ед. БЭ, сомкнутость 1,0, высота 20–25 м, возраст 30–170 лет; 95 % водосборной площади ручья занято темнохвойными лесами), вторая – на 15 м ниже места пересечения ручья и старой японской дороги в пос. Лесное. На месте пересечения проложен кульверт, покрытый насыпью. Однако кульверт часто оказывается забитым, при этом вода стекает по поверхности дороги, провоцируя сильную эрозию и значительно увеличивая твердый сток.

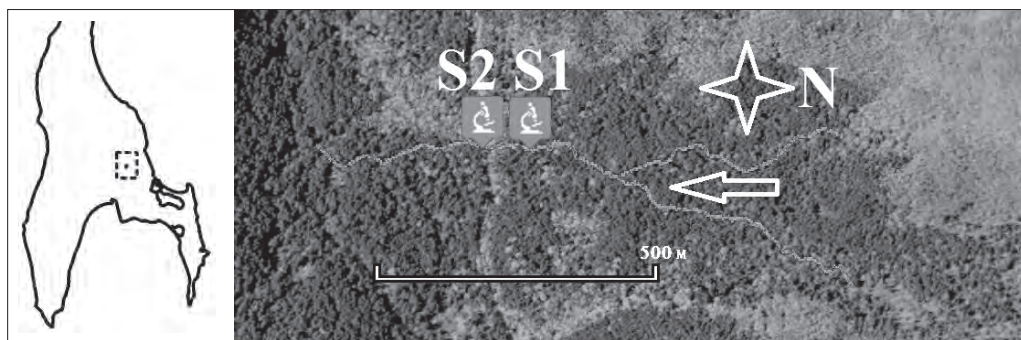


Рис. 2. Схема расположения станций проведения измерений на безымянном ручье

Результаты измерений показаны на рис. 3.

Воды станции А1 в абсолютном большинстве случаев имеют меньшую мутность. Мощная подстилка, характерная для темнохвойных лесов, структура и влагоемкость лесных почв, задержание осадков кронами деревьев обуславливают значительное снижение поверхностного стока и эрозионных процессов. В меженный период в холодное время года мутность на станции А1 в 1,5 раза ниже, чем на станциях А2 и А3. На станции А2

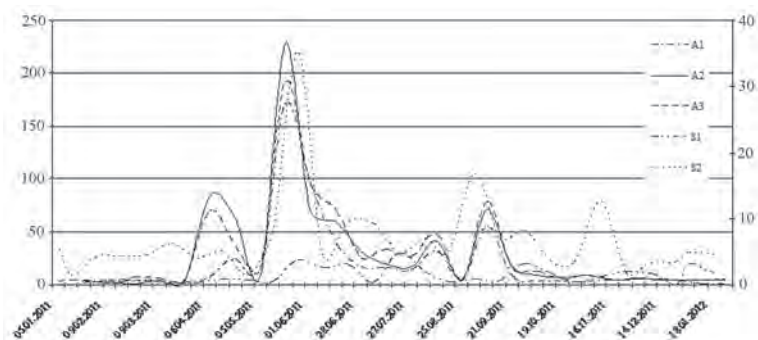


Рис. 3. Диаграмма динамики мутности воды на станциях р. Ай (станции А1, А2 и А3; по левой оси, мг/л) и ручья (станции S1 и S2; по правой оси, мг/л)

мутность в 40 % измерений выше, чем на станции А3, следовательно, мелколиственные лесные сообщества не оказывают заметного водоохранного эффекта.

Мутность вод на станциях профиля «S» была значительно ниже. Средняя мутность вод станции S1 составила 1,4 мг/л (и не превышала 5 мг/л), станции S2 – 6,7 мг/л. Максимальные значения в водах станции S2 (35,1 мг/л) отмечены после полного схода снежных масс с открытого участка. Повышения мутности здесь также фиксировались после дождей.

### Влияние лесного покрова на заиление речных грунтов

Исследования проведены на малых реках. Во-первых, именно на малых реках влияние деградации растительности прослеживается наиболее достоверно [10]. Во-вторых, подавляющая часть рек острова (из более чем 61 тыс.) имеет длину меньше 10 км при площади водосбора около 50 км<sup>2</sup> [1].

В качестве модельных выбраны реки Анна, Красносельская и Комиссаровка (рис. 4). Большая часть их бассейнов находится на территории Сусунайского хребта (юго-восток Сахалина). Они принадлежат к южному гидрологическому району, юго-восточному климатическому району, Сусунайскому горному геоботаническому району [6, 26, 27]. Этим обусловлена однородность физико-географических условий формирования стока и геоморфологических условий протекания, что делает их удобными объектами для выявления влияния состояния растительности бассейна на формирование песчано-илистых фракций наносов.

Длины и площади водосборов обследованных участков рек составляют 15,3 км и 48 км<sup>2</sup> для р. Красносельская, 13,2 км и 18 км<sup>2</sup> для р. Комиссаровка, 12,3 км и 30,2 км<sup>2</sup> для р. Анна.

Наименее нарушена растительность бассейна р. Анна<sup>4</sup>, который на ¾ занят девственными темнохвойными лесами (преимущественно елово-пихтовыми с березой, папоротниковыми и кустарниково-разнотравными). Гораздо большей антропогенной нарушенностью характеризуется растительность бассейнов рек Красносельская и Комиссаровка. Большая часть их бассейнов пройдена рубками; в верховьях произрастают вторичные елово-пихтовые леса, в среднем течении преобладают леса с доминированием *Betula ermanii* и смешанные леса с различным сочетанием лесообразующих пород в составе. В нижних частях гор и прирусловых участках произрастают ивово-ольховые лесные формации. Ширина защитных лесных полос, предписанных «Водным кодексом», в низовьях р. Красносельская не соблюдается.

<sup>4</sup> Бассейн р. Анна – ООПТ, памятник природы, на территории которого хозяйственная деятельность не велась.

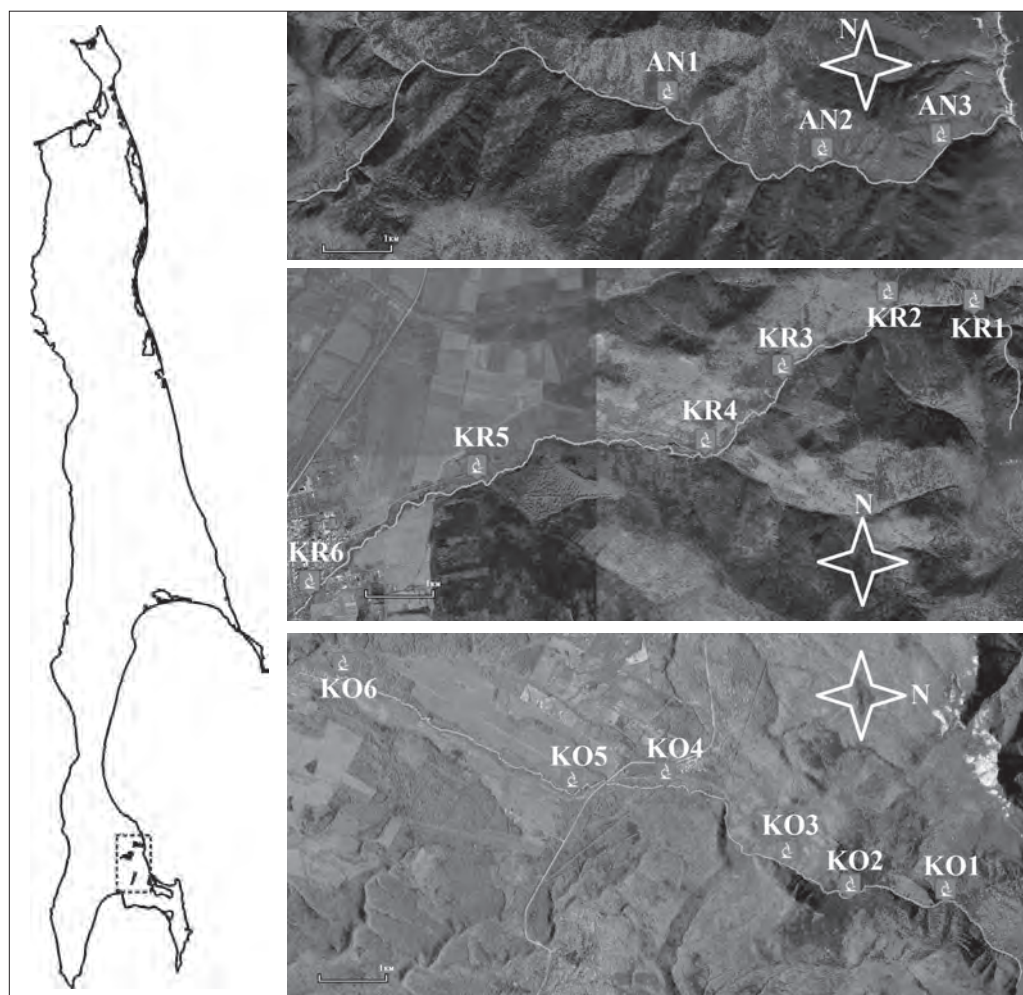


Рис. 4. Схема расположения станций на реках Красносельская, Комиссаровка и Анна

Пробы речного грунта собирали на участках, переходящих из плеса в перекат, так как здесь предпочитает нереститься горбуша [17]. Это обеспечило однородность условий формирования донных отложений и репрезентативность исследования. Каждой пробе присвоен индекс, обозначающий принадлежность к реке (AN для р. Анна, КО для р. Комиссаровка и KR для р. Красносельская), и номер (нумерация от истока).

Основные гранулометрические характеристики грунтов соответствуют средним значениям для горных и полугорных участков малых рек Сахалина. На участках, где нарушения растительности в бассейне наиболее выражены, наблюдается заиление нерестилищ. В целом содержание частиц размером  $<1$  мм составляет 3–9 %. Наименьшее заиление характерно для грунтов р. Анна (см. таблицу).

Наиболее высокие коэффициенты корреляции – между особенностями лесного покрова и содержанием фракций 1–3 мм. В первую очередь отметим прямые корреляции со средним возрастом древостоя (наиболее выраженные в 100-метровой полосе, коэффициент 0,71), сомкнутостью древесного полога (0,55), проективным покрытием подлеском (вдоль всего бассейна, коэффициент 0,68), долей лесов с преобладанием хвойных пород (преимущественно в 200-метровой полосе; коэффициент 0,58). Обнаружена обратная корреляция с количеством лиственных деревьев в древостое в пределах всего бассейна, наиболее выраженная в 100-метровой полосе (–0,75).

**Содержание частиц размером <3 мм в пробах грунта в реках Анна,  
Красносельская и Комиссаровка (о-в Сахалин), %**

Проба	Размер частиц, мм						
	2–3	1–2	0,5–1	0,25–0,5	0,1–0,25	<0,1	<1 мм*
KR1	10,3	9	2,9	2	0,5	0,4	5,8
KR2	6,8	7	3,3	2,2	0,5	0,3	7,5
KR3	3,4	2,8	1,3	1	0,3	0,2	3,1
KR4	6,7	6	3,5	3	0,6	0,2	8,8
KR5	5,6	6,3	3,8	2,8	0,5	0,3	9,8
KR6	7,2	9,8	4,5	3,7	0,4	0,2	9,2
KO1	8,8	7,7	2,7	1,6	0,5	0,3	5,6
KO2	5,8	6,1	2,8	2,3	0,6	0,2	7,1
KO3	6,3	5,6	2,9	2	0,6	0,2	6,2
KO4	3,6	3,1	1,5	1,2	0,4	0,1	3,7
KO5	5,2	5,1	2,8	1,8	0,4	0,2	5,5
KO6	3,9	3,7	2,2	2	0,6	0,2	5,8
AN1	7,5	7,7	2	1,9	0,6	0,4	4,9
AN2	10,2	9,3	1,6	1,3	0,4	0,1	3,7
AN3	13,2	9,4	1,9	0,6	0,1	0	2,9

\*Данные подсчитаны без учета фракции >50 мм.

Интерес представляют обнаруженные в 200-метровой полосе связи между содержанием частиц 2–3 мм и запасом древесины и полнотой насаждения. При этом общий запас и общая полнота оказываются неинформативными характеристиками. Однако обнаруживается противоположное влияние лиственной и хвойной частей древостоя: при увеличении доли хвойных и уменьшении доли лиственных деревьев в общем запасе древесины содержание фракции 2–3 мм в грунте увеличивается (коэффициенты по запасу и полноте древостоя для хвойных пород 0,58 и 0,55, для лиственных – –0,7 и –0,69 соответственно). Ключевую роль в этом различии играет дифференцированное влияние хвойных и лиственных насаждений на режим стока: увеличение расходов воды в периоды избыточного увлажнения водосбора (в первую очередь во время половодий) наблюдается в реках по мере уменьшения доли хвойных в составе лесов. Наиболее крупные фракции речного грунта формируются за счет русловой эрозии. Резко возрастающая вслед за расходом воды транспортирующая способность потока инициирует денудацию мелкого гравия.

Содержание фракции <1 мм (губительной для эмбрионально-личиночного развития лососевых) не обнаруживает прямых корреляций с характеристиками растительности. То есть заилению способствуют только процессы деградации лесного покрова.

Обнаружены обратные корреляции с облесенностью в 100-метровой полосе (–0,52), поскольку она перекрывает большую часть речных террас малых рек, представляющих собой аккумулярующий природно-территориальный комплекс, и оптимальным образом способствует переводу поверхностного стока, который может поступать с вышележащих необлесенных территорий, в почвенный и грунтовый. Кроме того, на залесенных территориях происходит замедленное таяние снега по сравнению с открытыми площадями, задержание осадков и создание условий для увеличения грунтового питания рек. Это сглаживает режим рек, снижает максимальные расходы воды, уменьшая развитие русловой эрозии. Названный фактор в сочетании с берегозащитной ролью лесов, растущих непосредственно вблизи береговой линии, уменьшает интенсивность береговой эрозии и размывания берегов.

Общее проективное покрытие растительностью в пределах 100- и 200-метровых полос коррелирует с содержанием среднего песка (коэффициенты –0,52 и –0,57 соответственно), так как растительный покров создает комплекс условий, препятствующих развитию

поверхностного стока и склоновой эрозии, посредством перехвата осадков, укрепления верхних слоев почвы и формирования ее защитных свойств и т.д.

Обращают на себя внимание отрицательные связи между проективным покрытием (мохово-лишайниковый ярус) в пределах 30- и 100-метровых полос и содержанием фракций <1 мм (коэффициенты  $-0,69$  и  $-0,61$  соответственно). Очевидно, что мохово-лишайниковый ярус не оказывает непосредственного влияния на гранулометрический состав речных грунтов. Однако степень проективного покрытия им является индикатором, отражающим то состояние растительного покрова, при котором под пологом леса создается комплекс микроклиматических и гидрологических условий для минимального заиления. Развитие мохово-лишайникового яруса происходит по мере увеличения возраста, полноты и запаса древесины хвойных в эдификаторной синузии.

## Заключение

По мере хозяйственного освоения земель неизбежно усиление антропогенного пресса на природу, вследствие которого нарушается естественная саморегуляция внутри экосистем. Так, в результате деградации лесных сообществ изменяются их гидроклиматические особенности: снижается метеорологическая эффективность фитоценозов, ухудшаются гидрологические свойства почв и подстилки. Изменяющийся характер трансформации осадков обуславливает интенсификацию русловой и склоновой эрозии, что нарушает баланс наносов, приводя к заилению (увеличению содержания фракций <1 мм) речных грунтов, в частности тех участков, где нерестятся тихоокеанские лососи.

В результате исследования выяснили, что наименьшим содержанием взвешенных частиц (мутностью) характеризуются участки, окруженные лесами, образованными темнохвойными породами, такими как ель *Picea A. Dietr.* и пихта *Abies Mill.*, характерными для большей части Сахалина. Мутность на таких участках русла в 1,5–4 раза меньше, чем на нарушенных участках, а также участках, окруженных молодыми мелколиственными сообществами. Последние, возникшие на местах старых сельхозугодий и вырубок, не играют существенной противоэрозионной роли.

Анализ связей между характеристиками лесного покрова и содержанием в речных грунтах фракций менее 3 мм показал, что происходящее по мере антропогенной деградации лесного покрова ухудшение количественных и качественных его характеристик провоцирует увеличение содержания фракций <1 мм в речном аллювии на участках, переходящих из плеса в перекат, где предпочитает нереститься горбуша.

Лесные сообщества оказывают существенное влияние на содержание фракций размером 1–3 мм. При увеличении площадей хвойных лесов, запаса хвойных и уменьшении запаса лиственных деревьев доля этой фракции в грунтах увеличивается.

Основное влияние на содержание в воде фракций <1 мм оказывает лесополоса шириной 100 м от береговой линии по обе стороны от реки. Установлена отрицательная связь между заиленностью и облесенностью в 100-метровой и полнотой хвойных в 30-метровой полосах. В целом мутность вод и заиленность речных грунтов ниже на участках, окруженных темнохвойными формациями. Именно такие участки являются оптимальными для нереста и эмбрионально-личиночного развития лососевых. Улучшение нерестового качества рек, бассейны которых подверглись существенному нарушению, будет происходить по мере восстановления темнохвойных лесов, являющихся коренными для большей части Сахалина и максимально соответствующих местным лесорастительным условиям.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бродский А.С., Ножкина Л.Б. Поверхностные воды // Атлас Сахалинской области. М.: Гл. упр. геодезии и картографии, 1967. С. 105–109.



2. Воронков Н.А. Роль лесов в охране вод. Л.: Гидрометеиздат, 1988. 286 с.
3. Высоцкий Г.Н. Избранные труды. М.: Изд-во с.-х. лит-ры, 1960. 434 с.
4. Галанин А.В. Флора и ландшафтно-экологическая структура растительного покрова. Владивосток: ДВО АН СССР, 1991. 272 с.
5. Жильцов А.С. Гидрологическая роль горных хвойно-широколиственных лесов южного Приморья. Владивосток: Дальнаука, 2008. 331 с.
6. Земцова А.И. Климат Сахалина. Л.: Гидрометеиздат, 1968. 197 с.
7. Золотухин С.Ф. Методические указания по учету тихоокеанских лососей на нерестилищах. Хабаровск: ХФТИНРО-центр, 2009. 9 с.
8. Ипатов В.С., Мирин Д.М. Описание фитоценоза: метод. рекомендации. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. 71 с.
9. Канидьев А.Н., Салмин С.А., Семенова А.Е. Влияние леса в бассейнах рек Сахалина на естественное воспроизводство лососевых рыб // Изв. Сахалинского отд-ния Геогр. о-ва СССР. 1970. Вып. 1. С. 168–173.
10. Караушев А.В. Водная эрозия и наносы // Сток наносов. Его изучение и географическое распределение. Л.: Гидрометеиздат, 1977. С. 5–16.
11. Клинецов А.П. Влияние леса на поверхностный сток воды в горных условиях Сахалина // Водный обмен в основных типах растительности СССР как элемент круговорота вещества и энергии. Новосибирск: Наука, 1975. С. 271–275.
12. Клинецов А.П. Значение лесов в сохранении водных ресурсов Сахалинской области // Влагодобор и микроклимат лесных биогеоценозов. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1979. С. 66–78.
13. Клинецов А.П. Об оценке водоохранно-защитной роли лесов Сахалина // Повышение продуктивности лесов Дальнего Востока: сб. тр. ДальНИИЛХ. Вып. 31. Хабаровск, 1989. С. 62–72.
14. Кожевникова Н.К. Динамика гидрологических и защитных функций горных лесов южного Сихотэ-Алиня в процессе послерубочных восстановительных сукцессий: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2010. 26 с.
15. Кордюков А.В. Влияние лесного покрова водосборов на гидрологические характеристики малых рек юга Сахалина: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж, 2013. 23 с.
16. Кордюков А.В., Ефанов В.Н., Романова Г.Н., Михайлова К.Э., Бянкина К.Е. Влияние растительности бассейнов на годовую динамику мутности малых водотоков юга Сахалина // Успехи современного естествознания. 2013. № 3. С. 125–130.
17. Леман В.Н., Кляшторин Л.Б. Оценка состояния нерестилищ тихоокеанских лососей: метод. указания. М.: ВНИРО, 1987. 29 с.
18. Леман В.Н., Лошкарева А.А. Справочное пособие по природоохранным и мелиоративным мероприятиям при производстве строительных и иных работ в бассейнах лососевых нерестовых рек Камчатки. М.: Т-во науч. издательств КМК, 2009. 192 с.
19. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200-ФЗ. Вступил в силу 01.01.07.
20. Методика выполнения измерений содержания взвешенных веществ и общего содержания примесей в пробах природных и очищенных сточных вод гравиметрическим методом / ПНД Ф 14.1:2.110. М.: ГК РФ О.О.С., 1997. 7 с.
21. Оприцова Р.В. Надземная фитомасса лесов и речной сток в южном Сихотэ-Алине. Владивосток, 1991. 117 с.
22. Рухлов Ф.Н. Влияние лесозаготовок в бассейнах нерестовых рек на воспроизводство лососей // Рыбн. хоз-во. 1971. № 5. С. 19–22.
23. Рухлов Ф.Н. Материалы по характеристике механического состава грунта нерестилищ и нерестовых бугров горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) и осенней кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) на Сахалине // Вопр. ихтиологии. 1969. Т. 9, вып. 5 (58). С. 839–849.
24. Сукачев В.Н., Зонн С.В. Методические указания к изучению типов леса. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 144 с.
25. Таранков В.И. Гидроклиматический режим лесов южного Приморья: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Свердловск, 1974. 46 с.
26. Толмачев А.И. Геоботаническое районирование острова Сахалина. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1955. 80 с.
27. Федорова И.С. Районирование Сахалина по среднему многолетнему стоку // Вопросы природного районирования советского Дальнего Востока в связи с районной планировкой. М.: МГУ, 1962. С. 108–117.
28. Шершнев А.П., Ардавичус А.И. Влияние мелких частиц грунта на выживаемость икры горбуши в период эмбрионально-личиночного развития // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 1994. С. 68–71.
29. Шустов Ю.А. Экологические аспекты поведения молоди лососевых рыб в речных условиях. СПб.: Наука, 1995. 161 с.
30. Щепаченко Г.Л. Ливневая эрозия почв и методы борьбы с ней. М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 1991. 178 с.
31. Bisson P.A., Quinn T.P., Reeves G.H., Gregory S.V. Best management practices, cumulative effects, and long-term trends in fish abundance in Pacific Northwest river systems // Watershed management: balancing sustainability and environmental change. N.Y.: Springer-Verl., 1992. P. 189–233.
32. Commercial salmon catch by species and country, in thousands of fish, 2010 // Annual statistics 2010, NPAFC statistical yearbook 2010. – <http://www.npafc.org/new/publications/Statistical%20Yearbook/Data/2010sy.htm> (дата обращения: 22.03.2013).
33. Gomi T., Moore R.D., Hassan M.A. Suspended sediment dynamics in small forest streams of the Pacific Northwest // J. Am. Water Resources Ass. 2005. Vol. 41, N 4. P. 877–898.