

Настоящий материал (информация)
произведен и распространен иностранным
агентом Фонд содействия устойчивому
развитию «Серебряная тайга» либо касается
деятельности иностранного агента Фонда
содействия устойчивому развитию «Серебряная
тайга» (18+)

Аналитическая записка

«Оценка долгосрочного воздействия строительства и эксплуатации
лесовозных дорог на развитие эрозионных процессов в таежных
ландшафтах»

Фонд «Серебряная тайга»

Сыктывкар 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	3
2. ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ	4
3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РУСЛЕ	11
5. МЕТОДИКА BLUE TARGETING	19
6. РЕКОМЕНДАЦИИ	20
7. ЛИТЕРАТУРА	22
Приложение 1. Показатели качества водной среды на исследуемых участках	23
Приложение 2. Параметры ХПК на обследованных водотоках, июль-август 2024 г.	26
Приложение 3. Полевой бланк Blue targeting, модифицированный под условия таежных рек Республики Коми, Архангельской области и Республики Карелия	27

1. ВВЕДЕНИЕ

Лесные ресурсы играют ключевую роль в экономическом развитии, однако процессы их использования сказываются на окружающей среде. Современное лесное хозяйство невозможно представить без развитой сети лесных дорог. Лесовозные дороги необходимы для транспортировки древесины, материалов, техники и персонала, используются для тушения пожаров и в рекреационных целях. В то же время, строительство и эксплуатация дорог способствует ухудшению качества среды обитания. Это проявляется как в виде фрагментации ландшафта, так и в виде химического загрязнения водных объектов [4].

Сеть лесных дорог обладает высоким потенциалом для увеличения поверхностного стока и гидрологической связности (плотности дренажа). В результате увеличивается потенциал риска эрозии по сравнению с ненарушенными лесными массивами. Ускорение хронической поверхностной эрозии лесных дорог и последующего поступления наносов обусловлено главным образом гидрологическим воздействием. Эти гидрологические эффекты включают снижение инфильтрационной способности, перехват подповерхностного стока и увеличение связности поверхностного стока с водотоками. Поэтому широко распространена практика технологического разделения гидрологической и дорожной сетей [15,7] в целях минимизации пересечений, что, как правило, выгодно экономически и экологически. Техническое обслуживание дорог также играет важную роль в снижении эрозии и седиментации поскольку дороги с колеями производят в два раза больше осадка, чем выровненные дороги [3].

В работе приведен обзор методов оценки негативных последствий строительства и эксплуатации лесовозных дорог в таежной зоне и также приведены некоторые рекомендации по их минимизации.

Рассматриваемые в работе методы использованы в том числе с целью вычленить именно воздействие от строительства и эксплуатации лесных дорог, не учитывая последствия лесозаготовки и иной деятельности на водосборах. Строительство, эксплуатация лесовозных дорог и мостов отличается от лесозаготовки как интенсивностью, так и продолжительностью воздействия различных факторов: беспокойства, фрагментации среды обитания, изменения химических параметров водной среды, развития водной эрозии и переотложения грунтов, изменения почвенных условий, влияния на гидрологический режим территории и пр. Отдельные из приведенных факторов будут рассмотрены в данной статье.

2. ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В обзорной статье «The effects of forest management on water quality» [13] на примере 32 исследований из стран Европы, Азии, Северной и Южной Америки представлены последствия влияния лесозаготовки на водные ресурсы, убедительно демонстрирующие разнообразие их проявлений: изменение концентрации некоторых металлов (в частности алюминия, ртути и пр. тяжелых металлов), изменение активной реакции среды и электропроводности, изменение цвета воды, увеличение мутности, температуры, пиковые или долговременные скачки макроэлементов (чаще в виде аммонийного и нитратного азота, фосфатов, калия). Данные исследования проводились на водосборах, освоенных рубками на 8-100%. По большей части все исследования оценивают воздействие лесозаготовки, но не строительства и эксплуатации дорог.

В более раннем обзоре [14] приводятся данные именно по влиянию на окружающую среду строительства лесных дорог. Всего 14 стран предоставили данные и предложения составителю. В частности, эта коллекция включает в себя более 400 серийных публикаций за 15 лет наблюдений. По большей части все исследования указывают на механическое воздействие, не рассматривая изменение химических параметров водной среды.

Очевидно, что строительство и эксплуатация лесных дорог негативно воздействует на параметры водной среды в случаях водной эрозии почв и выноса микро-и макроэлементов в русло, способствуя росту эвтрофикации, а также за счет изменения гидрологического режима территории, когда на отдельных локациях формируется застойное увлажнение или изменяется уровень грунтовых вод. В 2020 г. нами проведен анализ данных показателей качества водной среды из 7 водотоков бассейнов рек Вашка, Мезень и Пинега, на которых в период 2015-2017 гг. проводилось строительство мостов. Пробы воды отбирались на 500 метров выше по течению и на 500 метров ниже по течению от места строительства, а также на месте строительства моста. Пробы отбирали за полгода-год до начала, во время строительства и после него. В лабораторных условиях определяли основные показатели гидрохимии:

- рН – является важным показателем и потенциально изменяется после нарушения водосбора поскольку в почвах запускаются окислительно-восстановительные процессы. Нормальный диапазон рН для поверхностных водных систем лежит в пределах от 6,5 до 8,5;

- взвешенные вещества. В ходе строительства мостов тяжелая техника пересекает водоток, перемешивает горизонты почвы и незакрепленные грунты могут вымываться в русло. Также организованное водоотведение (канавы) выводятся в водоток и являются магистралями выноса взвесей. Допустимо повышение показателя от исходной не более чем на 0,25 мг/дм³ в водотоках высшей и первой категорий объектов рыбохозяйственного значения и 0,75 мг/дм³ в водотоках второй категории;

- БПК 5. Вынесенные органические вещества претерпевают окисление микроорганизмами, находящимися в воде, что ведет к потреблению растворенного в воде кислорода. Не должно превышать 2,1 мг/дм³;

- нефтепродукты – попадают в воду и грунты как при строительстве мостов, так и при эксплуатации. ПДК для водных объектов рыбохозяйственного значения не должен превышать 0,05 мг/дм³;

- ХПК отображает затрачиваемый на полное окисление веществ кислород. Чем выше концентрация попавшего в воду органического вещества, тем больше требуется кислорода. Для водных объектов питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения установлен на уровне 15 мг/л, для водоёмов рекреационного водопользования и находящихся в черте населённых пунктов — 30 мг/л;

- растворенный кислород – необходим большинству гидробионтов и обеспечивает нормальное самовосстановление водотока. Концентрация в летний период желательна от 6 мг/дм³, в зимний – от 4. При понижении до 2 мг/дм³ наблюдается массовый замор;

- температура. Осветление участка водосбора в ходе строительства дороги и моста способствует прогреву вод поверхностного и внутрипочвенного стока. Повышение температуры ведет к повышенному потреблению кислорода как гидробионтами, так и протекающими окислительными реакциями. Повышение температуры ведет к снижению концентрации растворенных в воде газов, в том числе кислорода.

По результатам исследований в большинстве водотоков до начала работ большинство показателей выравнены на участках выше, ниже и на месте строительства. Лишь в водотоке 2 (Табл. 1, Прил. 1) отмечено относительно увеличение ХПК на месте планируемых работ, что может объясняться выносом грунта в русло при строительстве дороги. В целом ХПК – это показатель, который чаще других превышает допустимые нормы, однако он фоново выше для многих водных объектов бассейна указанных рек [16]. Тем не менее, в ряде случаев именно ХПК демонстрирует рост после проведения строительных работ, на мостах и ниже по течению. Возможно рост концентрации органических соединений связан с развитием сети лесных дорог и дренажной системы [13], которые позволяют выносить гуминовые кислоты напрямую в водоток минуя фильтрацию в водоохранной зоне.

Таблица 1. Показатели качества водной среды на исследуемых участках за период наблюдений

Показатель	водоток 1 до работ			водоток 1 работы			водоток 1 после работ		
	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже
рН	7,43	7,37	7,4	7,2	7,2	7,25	7,55	7,56	7,55
взвеш в-в	3	3	3	5	4,6	6	3	3	9,2
БПК5	1,2	1,2	1,2	3,3	0,5	0,5	1,1	0,92	1
нефтеп.	0,027	0,02	0,021	0,007	0,007	0,01	0,012	0,014	0,01
ХПК	17	16	16	64	48	55	69	69	65
Раств. O ₂	8,1	8,2	8,2	9,3	9,6	9	8,4	8,1	8,2
темп, °С	12	12	12						
	водоток 2 до работ			водоток 2 работы			водоток 2 после работ		
	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже
рН	7,37	7,12	7,25	7,36	7,4	7,38	7,55	7,35	7,36
взвеш в-в	3	3	3	3	3	3	3	3	3
БПК5	2,3	2,4	1,32	1,1	1,3	1,1	2,4	2,1	1,8
нефтеп.	0,005	0,005	0,005	0,031	0,023	0,026	0,013	0,013	0,013

ХПК	55	156	64	100	100	100	82	79	79
Раств. О2	7,8	8,1	9,3	9,1	9	9,1	10	9,8	10
	водоток 3 до работ			водоток 3 работы			водоток 3 после работ		
	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже
рН	7,9	7,92	7,91	7,75	7,72	7,71	7,45	7,35	7,4
взвеш в-в	3	3	3	3	3,3	3,2	3,7	4,1	4
БПК5	0,5	0,5	0,5	0,77	0,61	0,74	0,97	0,57	1,3
нефтеп.	0,026	0,029	0,029	0,019	0,019	0,02	0,013	0,018	0,018
ХПК	28	29	29	49	49	49	20	24	23
	водоток 4 до работ			водоток 4 работы			водоток 4 после работ		
	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже
рН	7,54	7,52	7,54	6,88	6,83	6,94	7,14	7,2	7,17
взвеш в-в	3	3	3	3	4,5	3	3	3	3
БПК5	0,96	0,96	1	0,74	0,85	0,77	1,1	1	1,6
нефтеп.	0,027	0,028	0,028	0,036	0,012	0,024	0,015	0,02	0,052
ХПК	63	64	64	40	54	42	47	51	55
темп, °С				6	6	6	6	6	6
	водоток 5 до работ			водоток 5 работы			водоток 5 после работ		
	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже	выше	на месте	ниже
рН	7,9	7,91	7,91	6,9	6,81	6,82	7,71	7,77	7,41
взвеш в-в	3	3	3	3	3	3	3,1	3,3	3,7
БПК5	0,5	0,5	0,5	1	0,81	0,7	1,2	1	1
нефтеп.	0,031	0,032	0,032	0,014	0,025	0,015	0,024	0,02	0,025
ХПК	26	28	29	39	38	47	42	43	47
темп, °С				6	6	6	12	12	12
		- превышает норматив				-в норме			

В двух водотоках отмечено существенное увеличение БПК5 после проведения строительства на мостах и ниже по течению. Нефтепродукты превысили допустимое значение только на одном участке ниже моста после проведения работ. Допустимый показатель взвешенных веществ оценивался только для водотоков в период строительства и после него и только для участков места строительства и ниже него. Показатель количества взвешенных частиц выше моста брался как исходный для данного времени (во время строительства или после). И данный показатель в 4 из 5 случаев демонстрирует превышение исходного уровня выше нормативно дозванного.

Анализ данных показал, что в приведенные показатели не позволяют выявить однозначного негативного влияния на водные объекты. Влияние хозяйственной деятельности в пойме и русле водотока отмечено для всех обследованных участков, однако оценка требует многофакторного анализа. Как объясняют специалисты-гидробиологи, пиковые значения химических показателей в данных условиях зачастую оказываются не зарегистрированы, к тому же увеличивающийся

вынос веществ в период сильных осадков сглаживается их разбавлением. Наиболее показательными следует признать ХПК с учетом фоновых значений и взвешенные вещества. Отметим, что финальные обследования осуществляли спустя 2-3 месяца после строительства, зачастую в осенне-зимний период, когда замедляются процессы окисления и минерализации в воде и грунте, а также вынос взвесей в водоток. Таким образом, работа может быть продолжена путем мониторинга в период эксплуатации мостов, но должна учитывать иную хозяйственную деятельность на водосборе выше по течению: строительство мостов и переездов, добычу полезных ископаемых (ПГС, доломиты и т.д.) и лесозаготовку.

В 2024 г. для проверки гипотезы о ХПК как наиболее показательном параметре, отражающем влияние мостов и переездов на качество воды, проведены 2 экспедиции. Выбраны 2 региона исследований – Прилузский и Усть-Куломский районы Республики Коми. В каждом отбирали пробы воды на 5 реках в 150-200 м выше и ниже моста. Пробы отобраны авторами по методике и инструментами аккредитованной лаборатории, которая в дальнейшем осуществила анализ. Накануне отбора проб длительное время не было осадков, несильные дожди начались во время отбора последних проб. Мосты расположены на водотоках шириной 1,5-7 м, имеющих различные профили берегов и гранулометрический состав пород, из которых сложены берега (от песчано-глинистых до галечно-валунных). Различны также год строительства (от ранее 1984 до 2022 гг.) и активность их эксплуатации (от активно эксплуатируемых круглогодично до разрушенных и неиспользуемых). Исходя из этого, точки отбора проб имеют различный потенциал эрозионной активности.

На обследуемых реках Прилузского района ни на одном из 5 водотоков не зарегистрированы достоверные различия качества воды по ХПК на участках выше и ниже мостов. В целом грунты исследуемых водотоков в Прилузском районе более рыхлые, представлены супесями и суглинками, повсеместно встречаются размывы дорог и придорожных канав, песчаные конусы выноса на пересечениях рек. Во время отбора части проб начался дождь и на некоторых мостах были хорошо заметны потоки взвеси, выносимые с водоотводных канав в водотоки. На обследуемых участках часто развиваются проявления водной эрозии.



Рисунок 1. Кратковременный дождь и вынос взвешенных частиц в водоток.

Максимальный показатель ХПК оказался у р. Язевка (выше моста 72 ± 14 мг $O_2/дм^3$ и 73 ± 15 ниже моста), существенно превышающий остальные. В целом на всех реках показатель превысил нормативные 15 и 30 мг $O_2/дм^3$ для водных объектов питьевого и рекреационного использования соответственно.

В Российской Федерации приняты такие предельно допустимые значения ХПК:

питьевая водопроводная – 5 мг $O_2/дм^3$;

водохранилища питьевого и бытового снабжения – 15 мг $O_2/дм^3$;

рекреационные очистительные станции, находящиеся в черте города – 30 мг $O_2/дм^3$.

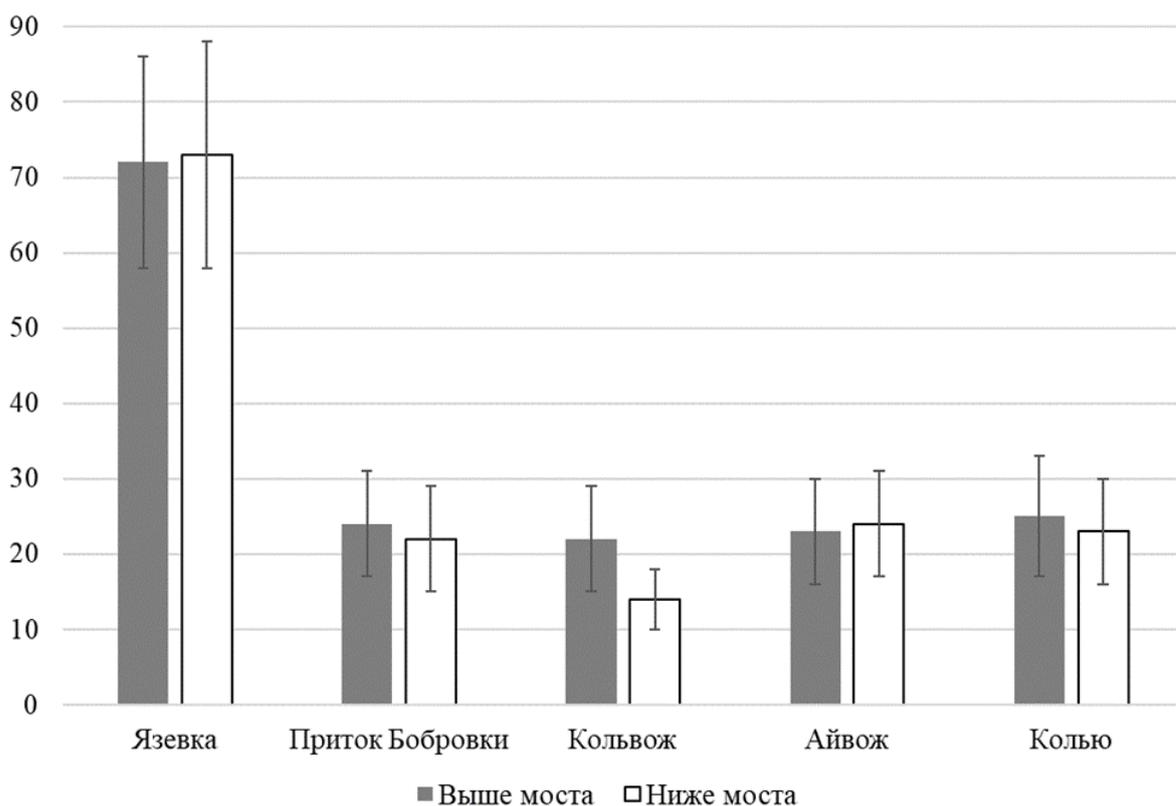


Рисунок 2. Показатели ХПК на участках отбора проб. Прилузский район.

В Усть-Куломском районе более легкодоступен бутовый камень, широко применяемый при строительстве дорог, ввиду чего они менее подвержены размывам. Во время отбора проб также шел дождь, однако заметных выносов взвешенных частиц не замечено. Здесь также нет достоверных различий в показателях ХПК на мостах выше и ниже по течению (Приложение 2).



Рисунок 3. ПГС, применяемый для строительства дорог. Усть-Куломский район.

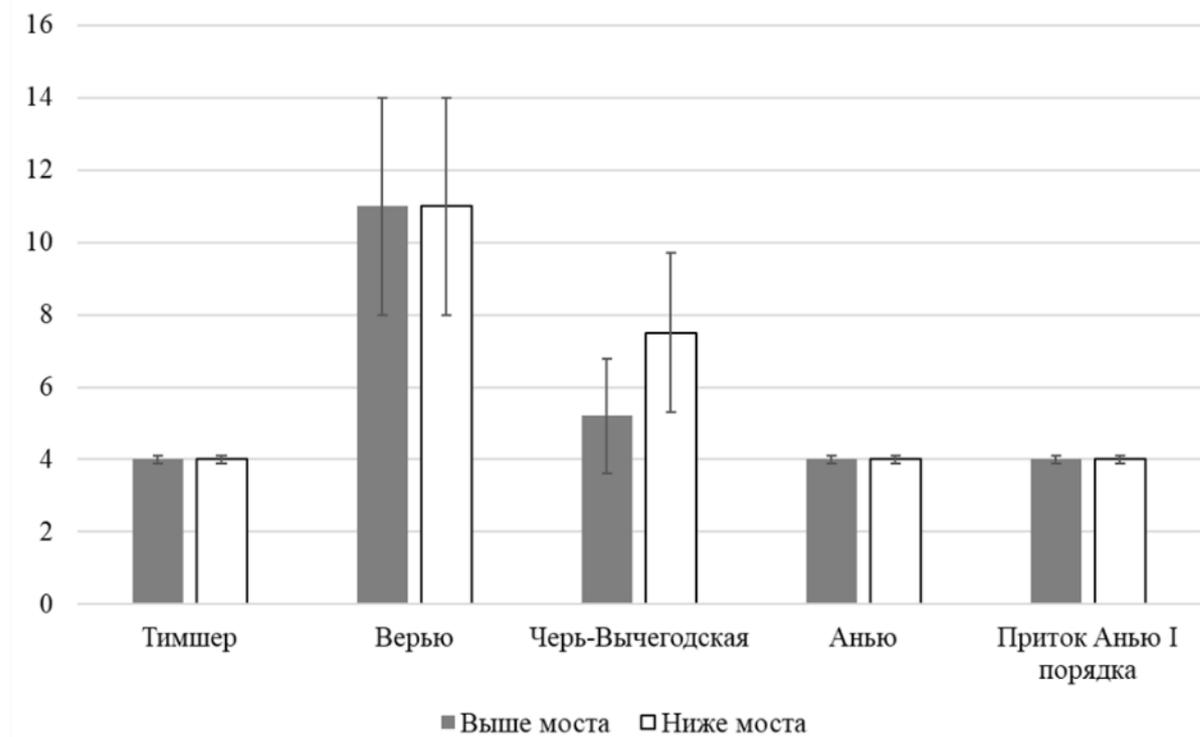


Рисунок 4. Показатели ХПК на участках отбора проб. Усть-Куломский район.

Однако здесь показатели ХПК оказались ниже и соответствуют требованиям для водных объектов питьевого и рекреационного использования.

3. МЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В РУСЛЕ

Известно, что плохо спроектированные или плохо обслуживаемые лесные дороги могут существенно влиять на качество поверхностных вод. Один из важнейших факторов – непосредственный контакт с рекой богатых взвешенными и растворенными веществами дождевых и талых стоков через придорожные канавы, которые напрямую соединяются с водотоками у мостов и переездов. Эта повышенная гидрологическая связь может повлиять на время и величину реакции речного стока на дождевые события и увеличить частоту и величину паводковых потоков [2]. Эти прямые гидрологические связи могут отрицательно повлиять на качество воды за счет увеличения седиментации из источников эрозии дорог, в то время как увеличение ливневого стока может вызвать геоморфологические изменения ручьев, повторно мобилизовать существующие отложения, хранящиеся в русле ручья, и привести к деградации водной среды обитания. Наиболее изученным эффектом строительства дорог является гидрогеологическая деградация в форме эрозии почвы, перемещения масс, седиментации и изменения стока рек.

Водная эрозия почвы является одним из наиболее распространенных последствий строительства дорог. Эрозия может затрагивать все элементы дороги - полотно, насыпи, откосы, насыпь и водостоки. Причинами, по которым строительство дорог часто приводит к ускоренной эрозии почвы, являются удаление растительного покрова, разрыхление почвы и создание маршрутов для концентрированного стока воды. Степень тяжести эрозионных явлений зависит от интенсивности осадков, коренной породы, морфологии рельефа и характеристик дорог. Интенсивное движение приводит к увеличению скорости эрозии, которая может быть более чем в 100 раз выше, чем на дорогах с низкой интенсивностью движения [13]. Многие зависят от тщательного планирования и обслуживания. По данным McCashion и Rice, например, четверти эрозии, зафиксированной на 550-километровом образце калифорнийской лесной дорожной сети, можно было бы избежать, используя более подходящие инженерные методы [10]. В целом объемы эрозии по ряду наблюдений могут достигать от 0,1 до 4,5 кг/м² в год для дорог с песчаным покрытием и от 0,02 до 0,8 кг/м² в год для каменистых дорог [1]. По другим наблюдениям объемы могут варьировать для этих типов покрытия соответственно от 17,8 до 41,0 кг/м² в год и 0,01–0,85 кг/м² в год [15]. При этом отмечается, что недавно построенные и используемые в целях лесозаготовки дороги имеют намного большую скорость эрозии. Также наличие колеи способствует удвоению твердого стока с поверхности дороги.

Еще одним оказывающим влияние фактором является преимущественное расположение транспортной сети в верхних частях водосборного бассейна. Это также справедливо и для расположения лесосек. Если лесозаготовительные работы будут проводиться в верхней части водосборного бассейна, они будут иметь большее влияние [9].

При прохождении автомобилей и тяжелых транспортных средств в потоке накапливаются мелкие отложения (пыль), которые, как предполагается, могут влиять на рыбу. Неправильное расположение водопропускных труб зачастую негативно сказывается на качестве воды и среде обитания водных организмов. Весной мусор засоряет плохо спроектированные водопропускные трубы и в конечном итоге приводит к наводнениям или промывам. В случае выхода из строя водопропускной трубы или размыва в водный поток попадает очень большое количество осадка. Исследование, проведенное к северу от Квебека, показало, что поступление мелкодисперсных

осадков проявляется сильнее выше по течению от водопропускных труб, чем ниже по течению. Исследование охватывало период в три года после строительства указанных водопропускных труб. Автор утверждает, что что седиментация происходит на расстояниях, превышающих 50 м (до 500 или 1000 м) [9]. Возможно это вызвано эффектом подпруживания водотока выше по течению, закономерным снижением скорости потока и потерей энергии, необходимой для поддержания частиц во взвешенном состоянии. Более того, круглые в сечении водопропускные трубы нарушают водное русло и могут ограничивать подвижность рыбы, если они плохо установлены.

В бассейнах обследуемых рек в Прилузском районе авторы провели замеры ряда проявлений водной эрозии, связанные с лесными дорогами. Распространенный пример это водоотводные каналы, имеющие непосредственный прямой сток в водотоки. В этом случае на песчаных почвах движение воды по придорожным канавам активно ведет к выносу взвешенных частиц на участках где выше скорость потока. Она, в свою очередь, зависит от протяженности канавы и уклона по направлению к руслу. По некоторым оценкам [2] скорость поступления наносов с подъездных путей по открытой дороге была в 7,5 раз выше, чем по гравию.



Рисунок 5. Протяженная прямая канава без инженерных средств снижения эрозии заполнена смытым песком. Весенние паводки выносят взвесь в русло.

В некоторой степени исправить ситуацию позволяют каналы, отведенные в сторону леса для недопущения прямого выноса твердого стока в водоток. Они часто оборудованы пескоуловителями. Однако, из-за высокой интенсивности перемещения грунтов последние часто оказываются переполнены и перестают выполнять свою функцию. После переполнения влекомый грунт начинает выноситься в водоохранную зону и далее – в водоток (Рис. 6).



Рисунок 6. Переполненная песколовушка (обведена) и вынос грунта в водоток, переотложение в водоохранной зоне.

На данном объекте грунт выносится водотоком и точно оценить объем не представляется возможным. Толщина наносов здесь варьирует от 25 см (в водоохранной зоне) до 130 см (по центру песколовушка). Всего на участке площадью 0,2 га накоплено 1244 м³.

На каждом из обследованных объектов объемы наносов исчисляются сотнями и первыми тысячами м³ ежегодно. Авторы наблюдают некоторые объекты на протяжении 5 и более лет, за этот период как правило, интенсивность водной эрозии спадает. Обычно задержание наносов разной интенсивности наблюдается уже в первый год развития эрозии, однако активное весеннее снеготаяние на открытых участках (лесосеках и дорогах) приводит к новым переотложениям грунтов и процесс начинается заново. Это можно отследить по ежегодно появляющимся во время паводков и ливней конусам выноса песка в местах впадения канав в водотоки. Далее в течение летнего периода они постепенно размываются и сносятся ниже по руслу.



Рисунок 7. Песчаный конус выноса на выходе канавы в русло. Слева и по центру заметен исходный галечный грунт реки.

Также следует обратить внимание на регулярное обслуживание мостовых сооружений и переездов. Нередки случаи замывов и захламления их древесиной. Как следствие возможен размыв дороги вокруг трубы, нарушение гидрологического режима территории и доступность участков водотока для рыб.



Рисунок 8. Участок дороги, неоднократно размывый водой вследствие неправильного размещения водопропускной трубы.

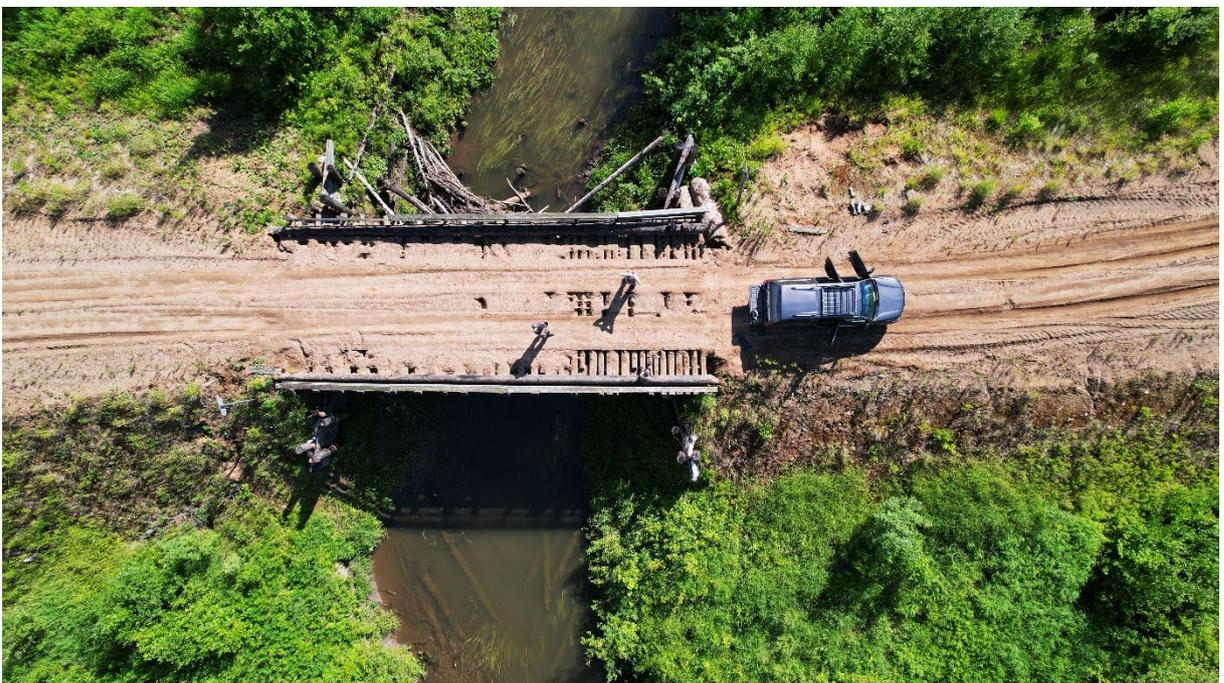


Рисунок 9. Накопление древесины в русле реки. Произошло из-за сужения русла в ходе строительства и из-за наличия русловых опор.

При планировании погрузочной площадки по возможности следует избегать стока с придорожных штабелей древесины и погрузочных площадок в канавы, напрямую сообщающиеся с водотоками [13]. Поверхностные воды с трелевочных волоков и погрузочной площадки часто насыщены взвесями и растворенными органическими веществами. Без фильтрации в почве такой сток вредит водным организмам.



Рисунок 10. Перемешанный и смытый грунт погрузочной площадки (вверху) и канавы, выносящие воду с погрузочной площадки в водоток.

Одним из показательных и доступных методов оценки эрозионной активности в водосборе является измерение мутности воды. Для ряда водотоков в Прилузском, Усть-Куломском и Удорском районах подобная работы уже была проведена с целью оценки объемов твердого стока. Оценке подвергались водотоки, чьи водосборы были пройдены сплошными рубками в разных

объемах и с разной интенсивностью. Полученные данные в большинстве случаев демонстрируют соответствие ожидаемым результатам – чем больше доля водосбора подверглась трансформации, тем выше вынос взвешенных частиц в русло. Возможно использование данной методики для оценки воздействия переездов выше и ниже по течению, в том числе в период весенних паводков, дождей.

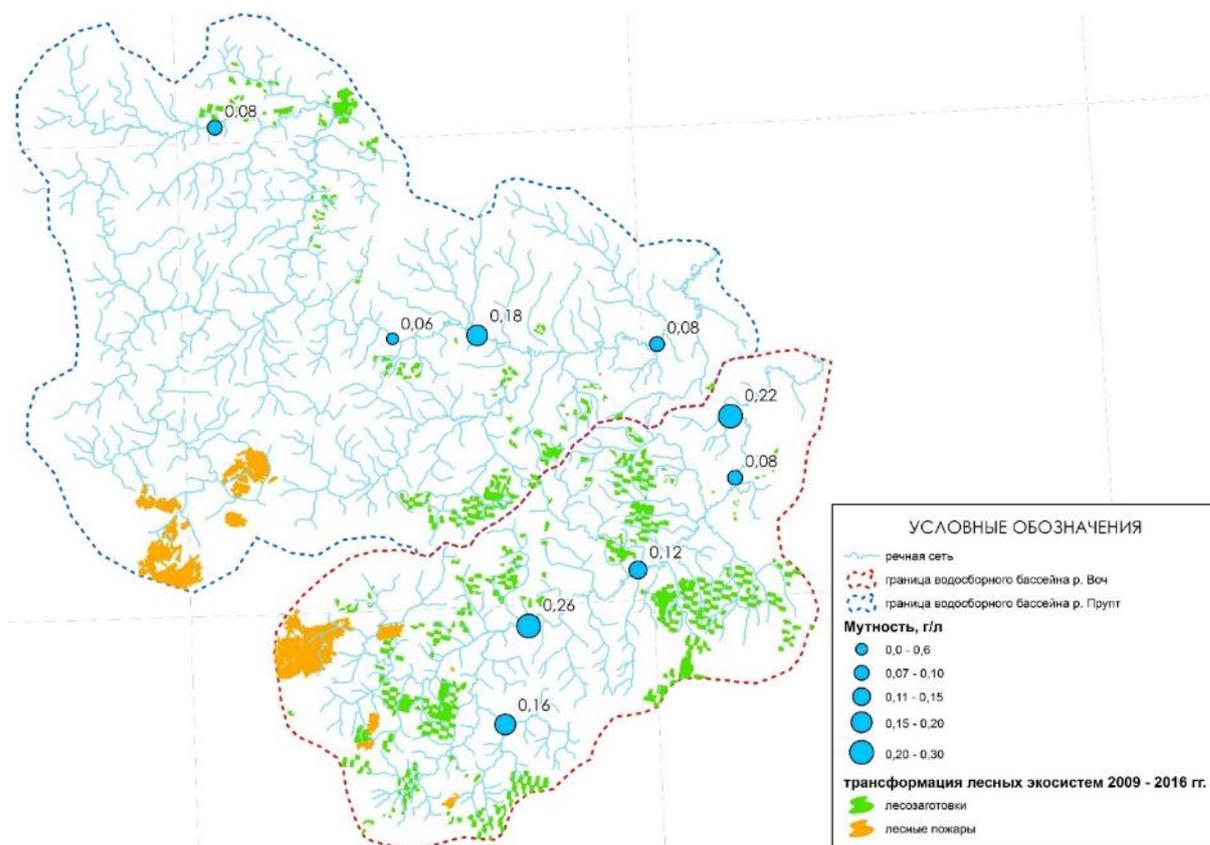


Рисунок 11. Результаты оценки объемов выноса почво-грунтов в результате склоновой эрозии при лесозаготовке для отдельных элементарных водосборов.

Исходя из сказанного, следует проектировать сеть лесных дорог таким образом, чтобы минимизировать количество пересечений с водными объектами. Большинство авторов рассматриваемых работ предлагают это как главный путь по снижению нагрузки на водные экосистемы. Грамотное расположение дорог в отдельных случаях позволяет в разы уменьшить количество переездов, не повышая стоимость строительства и обслуживания лесной инфраструктуры. Так, более эффективное планирование дорог в исследовательском секторе Гаспези (Канада) позволило лесной промышленности сократить количество сооружений для пересечения водных путей с 12 до 3 [11].



Рисунок 12. При планировании лесосек и лесовозных усов следует минимизировать количество пересечений водотоков.

5. МЕТОДИКА BLUE TARGETING

Для оценки чувствительности водотока и потенциала водной эрозии прибрежной зоны, а также ценности водотока и водосбора для принятия последующих управленческих решений WWF Швеции совместно с предприятиями лесного хозяйства в 2007-2011 гг. [8] был разработан метод Blue target (BT). Он предлагает оценить такие параметры как морфология русла, преобладающие грунты в русле и на берегах, наличие перекатов, уклоны и обрывы берегов, присутствие следов эрозии, заиленность, население водотоков и прибрежных зон. Метод предназначен для небольших водотоков (шириной менее 10 м) в бореальных лесах Скандинавских стран. Однако, при изменении исходных данных, инструмент может быть адаптирован к водотокам в других биомах. BT научно обоснован и упрощен для использования непрофессионалами на практике, однако это снижает точность. Для улучшения инструмент был протестирован в разных режимах экспертами и непрофессионалами. При осмотре исследуемых водотоков, отборе проб и закладке трансекты осуществлялось заполнение бланков-опросников системы мониторинга. В ходе апробации выяснилось, что использование подобной системы оценки для определённых регионов без полной переработки и актуализации пунктов опросника не имеет смысла. Ряд оцениваемых параметров (порядка половины) практически неприменимым в виду специфики отечественного законодательства или природных особенностей. Иные показатели частично или полностью применимы.

На протяжении 3 лет авторы апробировали модифицированную методику, учитывающую региональную специфику. По новой методике описаны 56 точек из 36 водотоков в Усть-Куломском и Удорском районах Республики Коми. Оценка проведена на малых и средних водотоках, чьи водосборы в различной степени охвачены лесозаготовками. В дальнейшем предстоит разработать шкалу оценки ценности и чувствительности показателей и, исходя из них, разработать рекомендации для лесопользователей по минимизации ущерба водным ресурсам. Однако уже сейчас возможно использовать оригинальную [8] или модифицированную (Прил. 3) методику для определения спектра показателей, которые будут оцениваться при проектировании и эксплуатации дорог и мостов.

Дополнительным источником информации может являться наличие на территории планируемого строительства лесных дорог нерестоохранных полос. Они выделялись по результатам обследований водотоков и прибрежных зон с целью сохранения местообитаний и участков воспроизводства ценных видов водных биологических ресурсов. В них запрещены сплошные рубки, а также капитальное строительство за некоторыми исключениями. Федеральный закон от 27 декабря 2018 года № 538, по сути сократил их до размеров водоохраных зон. До этого большинство нерестоохранных полос лесов, прилегающих к внутренним водным объектам, имели ширину около 1 км. Однако, эти территории не утратили свою природную ценность и по-прежнему требуют тщательного планирования природопользования. Материалы об особо ценных и ценных видах рыб и других гидробионтах можно получить из приложения к Приказу Минсельхоза России от 23.10.2019 г. N 596. Большинство представленных в приложении видов чувствительны к смене параметров гидрохимии, грунтов или увеличению мутности воды на участках воспроизводства.

6. РЕКОМЕНДАЦИИ

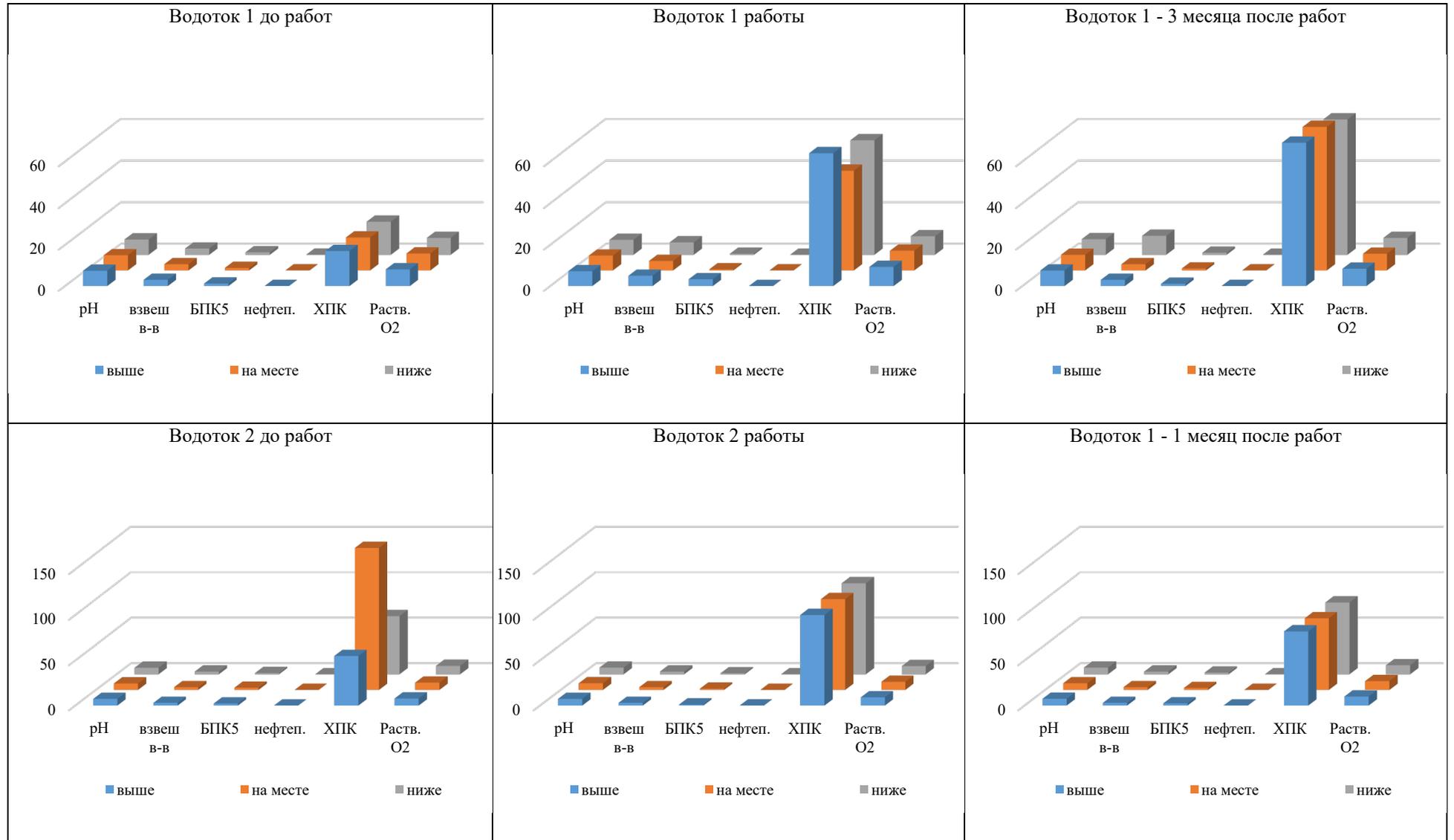
1. Проектирование дорог должно быть направлено на обслуживание наибольшей площади лесного хозяйства при минимальной протяженности дорог [6].
2. Маршруты должны быть выбраны таким образом, чтобы обеспечить минимальное пересечение ручьев, нестабильных склонов и других уязвимых зон [7,9]. Большинство авторов приведенных исследований считают это самым действенным способом минимизации влияния.
3. Планирование должно включать выделение зон увлажнения и строительство подходящей дренажной системы. В частности, мосты, водопропуски, канавы и каналы должны быть рассчитаны на максимально ожидаемый пиковый поток [12].
4. Для снижения объемов эрозии и фрагментации среды ширина дороги должна быть как можно меньше в соответствии с характеристиками ожидаемого движения [14].
5. Следует предусмотреть регулярную ревизию и, по необходимости, реконструкцию переездов и мостов [4,9]. В том числе определить водопропуски, где не выдержан уклон или высота размещения труб или имеются следы эрозии. Одним из параметров такой оценки может служить разность мутности воды выше и ниже переездов в период паводков или ливневых дождей.
6. Пересечения водотоков должны учитывать экологическую значимость участков для гидробионтов. Например, следует избегать строительства мостов на нерестово-выростных угодьях ценных видов рыб [9]. Это позволит не только снизить прямое негативное воздействие от переездов, но и предотвратит чрезмерный вылов рыб, который закономерно возрастает на участках рек, к которым подведена дорога.
7. Строительство дорог и мостов должно вестись с минимальным количеством заездов техники в русло. Также следует избегать перемещения грунтов в русле, учитывая уровень паводковых вод.
8. При строительстве отдавать предпочтение мостам без русловых опор.
9. Наладить мониторинг состояния мостов и переездов. Вовремя ликвидировать неисправности.
10. Поддерживать оптимальное состояние несущего слоя лесовозных дорог путем своевременного грейдирования. Колейность и ямы ведут к резкому увеличению эрозии.
11. В зависимости от различных факторов выбирать подходящие способы укрепления склонов и канав. Существует множество различных методов стабилизации склонов, при которых используют живые растения [5], конструкции из дерева, камня и проволоки, георешетка. Выбор правильного метода зависит от различных факторов, таких как положение склона, грунт и доступный материал.
12. Внедрить в практику снижение скорости потока воды и влекомых наносов в водоотводящих канавах за счет каскадного расположения валунов или пней.

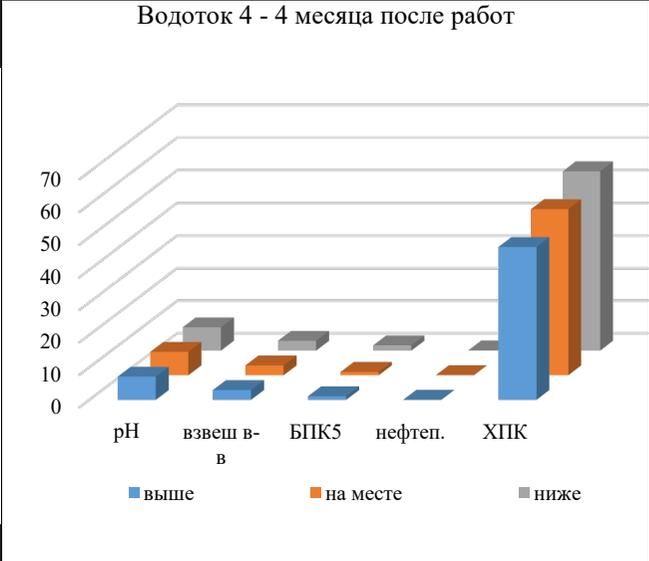
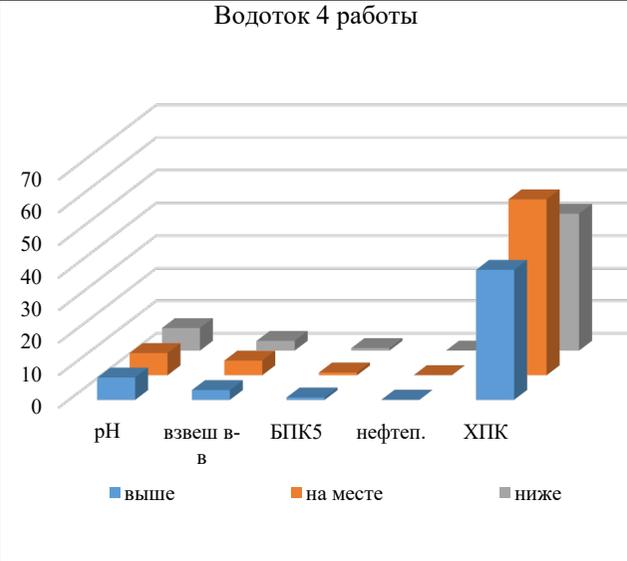
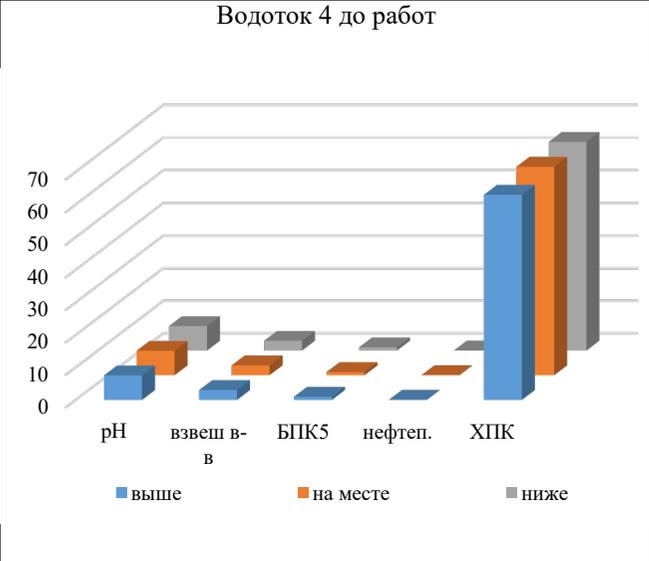
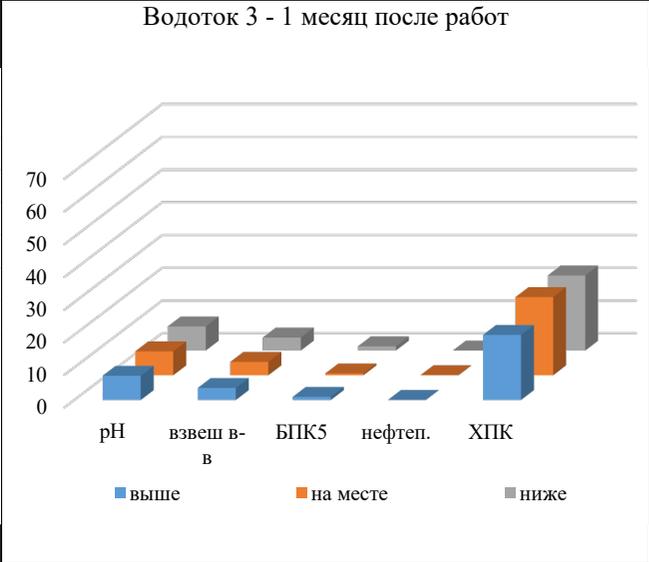
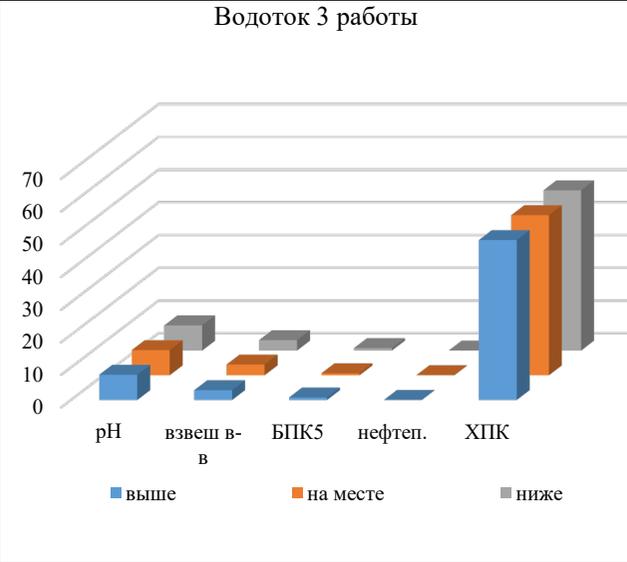
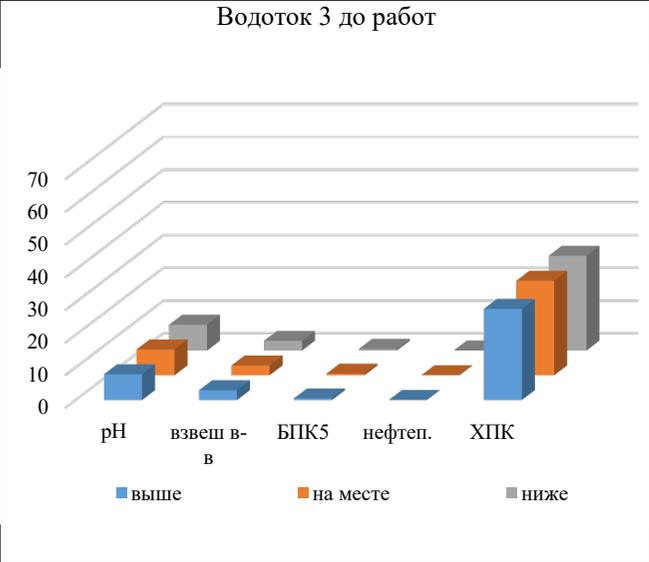
13. В отдельных случаях возможно расширение полосы леса, примыкающей к водотоку и не подлежащей заготовке леса. Один из вариантов оценки предлагает методика Blue target.
14. Учитывать сезонность, осадки, прогнозы погоды при вывозке древесины и транспортировке техники.
15. Обустроить и располагать песколоушки таким образом, чтобы излишки воды вытекали из нее в различных направлениях, минимизируя риск размыва.
16. Избегать стока с придорожных штабелей древесины и погрузочных площадок в канавы, напрямую сообщающиеся с водотоками [13].
17. Учесть изменения климата, в частности ожидаемый рост годовых сумм осадков. Наибольших их рост прогнозируется для арктической и сопредельных зон России [17,18]. В этом контексте Росгидромет рекомендует в приоритетном порядке разработать научно-методические руководства по оценке уязвимости инфраструктуры лесного хозяйства к ожидаемым климатическим изменениям и реализовать их на региональном уровне.

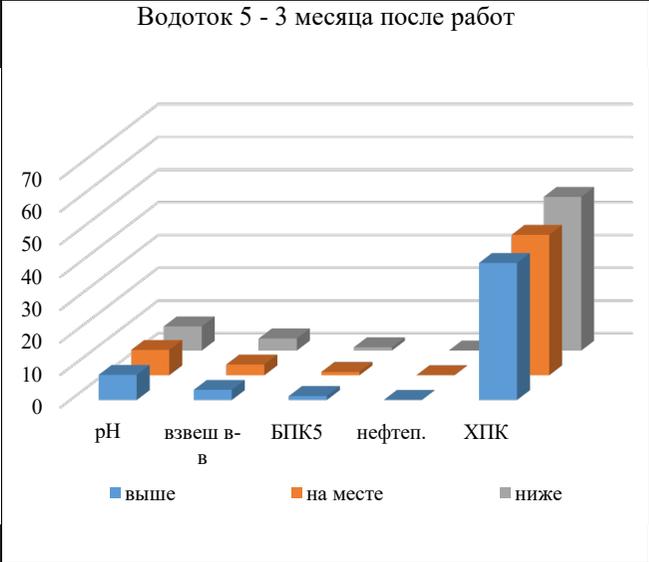
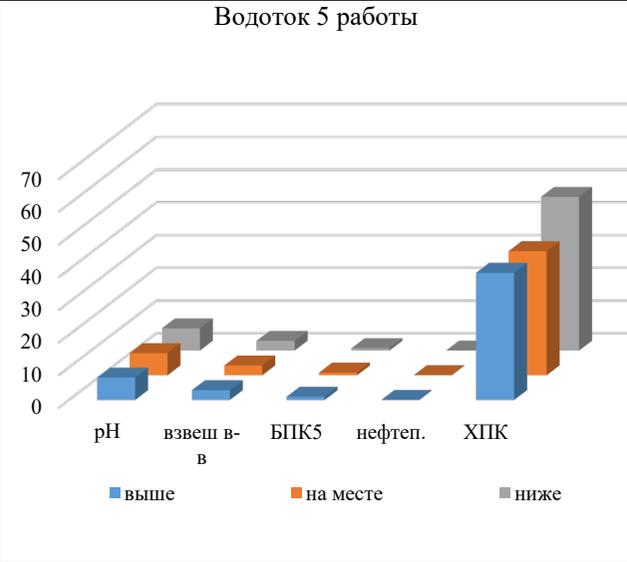
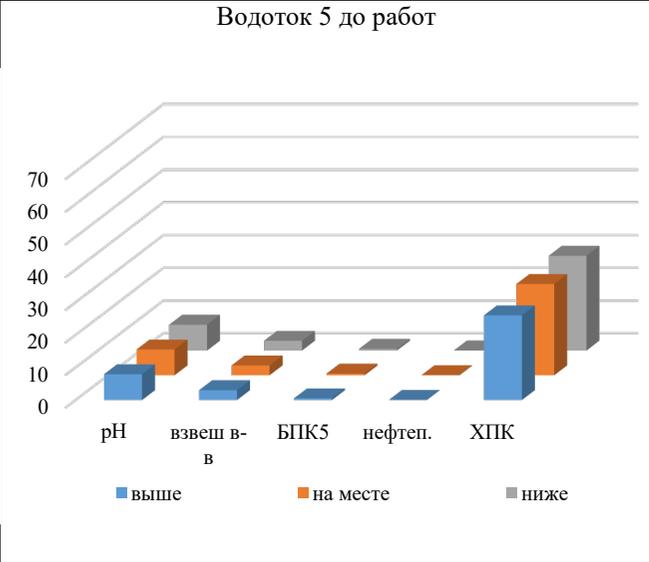
7. ЛИТЕРАТУРА

1. Barrett, B., Kosaka, R., Tomberlin, D. Road surface erosion on the Jackson Demonstration State Forest: results of a pilot study. 2012.
2. Brown K.R., Aust W.M., McGuire K.J. Sediment delivery from bare and graveled forest road stream crossing approaches in the Virginia Piedmont. 2013.
3. Burroughs E., Watts F.J., Haber D.F. Surfacing to reducing erosion of forest roads built in granitic soils. 1984.
4. Diebel M. W., Fedora M., Cogswell S. and O’Hanley J. R. Effects of road crossings on habitat connectivity for stream-resident fish. 2014.
5. Florineth F., Gerstgraser C. Soil bioengineering measures for hill and slope stabilization works with plants. 1999.
6. Gardner R. E. Some environmental and economic effects of alternative forest road design. 1979.
7. Hattinger H. Influence of forest roads on water runoff, sediment yield and landslides. 1984.
8. Henrikson L. Blue Targeting–Manual. How to do Blue Targeting for best management practice (BMP) for forestry along small streams. Swedish Forest Agency, EU Interreg project Water Management in Baltic Forests, WAMBAF. 2018.
9. Impact of Forest Practices on Fish Habitat. Written by Sophie Dallaire. 2008.
10. McCashion J. D., Rice R. M. Erosion on logging roads in northwestern California: how much is avoidable? 1983.
11. Partington, M. Évaluation de la présérentiabilité (à l’interface de la sémantique lexicale et de la linguistique de corpus). 2003.
12. Sedlak O. General principles and planning of forest road-nets. 1982.
13. Shah W.N., Baillie B.R., Bishop K., Ferraz S., Ho’gbom L., Nettles J. The effects of forest management on water quality. 2022.
14. Spinelli R., Marchi E. A literature review of the environmental impacts of forest road construction. 1998.
15. Surfleet C.G., Marks S.J. Hydrologic and suspended sediment effects of forest roads using field and DHSVM modelling studies. 2021.
16. Государственный доклад «О состоянии окружающей среды Республики Коми в 2017 году. 2018.
17. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2022.
18. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Доклад о климатических рисках на территории Российской Федерации. 2017.

Приложение 1. Показатели качества водной среды на исследуемых участках







Приложение 2. Параметры ХПК на обследованных водотоках, июль-август 2024 г.

	Водоток	Выше моста	Ниже моста
Прилузский р-он, бассейны рек Луза, Кобра	Язевка	72±14	73±15
	Приток Бобровки	24±7	22±7
	Кольвож	22±7	14±4
	Айвож	23±7	24±7
	Колью	25±8	23±7
Усть-Куломский р-он, бассейн реки Вычегда	Тимшер	4±0	4±0
	Верью	11±3	11±3
	Черь-Вычегодская	5,2±1,6	7,5±2,2
	Анью	4±0	4±0
	Приток Анью I порядка	4±0	4±0

Приложение 3. Полевой бланк Blue targeting, модифицированный под условия таежных рек Республики Коми, Архангельской области и Республики Карелия

Дата:	Имя исполнителя:	
Наименование водотока		
Площадь водосбора	Номер:	Наименование:
Протяженность осматриваемого участка (м)		
Координаты начала осмотра	X	Y
Координаты конца осмотра	X	Y
Средняя ширина (прибл. < 1 м, < 3 м, < 6м, > 6 м)	Доминирующий наземный субстрат:	
Преобладающая древесная порода (сосна-береза-ель-осина)		
Ненарушенный водосбор*		

* — площади свежих и зарастающих вырубок и гарей, возраст которых менее 15 лет для средней подзоны и 20 лет для северной подзоны тайги, составляет менее 50% площади водосбора.

Отметь символом X, если присутствует. Одна отметка X соответствует одному баллу		
№1. Оценка экологической ценности - Водоток		
Изменчивость водотока		Водоток извилист, с изменяющейся глубиной и шириной.
Тип донного субстрата		В водотоке или на берегу присутствуют галечные или валунные грунты

Наличие мертвой древесины в русле		Диаметром 20 см и более
Участки с быстрым течением воды		Участки с высокой скоростью течения или наличие системы плес-перекат
Участки с большим количеством валунов		Наличие на участке 3 и более валунов диаметром более 50 см

№2. Оценка экологической ценности – биотопы и виды, требующие особого внимания

Естественные водопады		Вода падает под углом 90°, высота падения > 0,5 м
Разветвленное русло		Водоток разделяется на три и более канала заполненных водой в течение всего года
Место истока и впадения в озеро		Не регулировалось. Глубина не изменялась. Положение места истока и впадения не изменялось.
Ценные виды		Виды, занесенные в Красные книги РФ или региона (должны быть известны до начала осмотра), а также моллюски и представители лососевых, сиговых, хариусовых

№3. Оценка экологической ценности – Прибрежная зона

Прибрежная зона занимает более 75% территории		Деревья, растущие в прибрежной зоне, создают тень над водотоком.
Прибрежная зона с перестойными деревьями		Прибрежная полоса с деревьями возрастом 120 лет и старше и/или с отмирающими деревьями.
Затопленные зоны, местность с постоянным разливом воды или источником		Периодически затопляемые прибрежные зоны; эти места можно определить по следам на растениях, камнях, деревьях и почве. Один крупный или несколько хорошо заметных объектов на участке затопления.
Напочвенный покров прибрежной зоны		Преобладание сфагновых мхов в напочвенном покрове

Р1. Оценка воздействия - Водоток

Не очищался и/или искусственно выпрямлялся		Не очищался: естественная встречаемость валунов, камней и гравия. Не выпрямлялся: естественная извилистость водотока – без следов искусственного выпрямления или занижения.
--	--	---

Без сильного грязевого осадка		Допустимое количество мелкофракционного материала (осадка) на дне водотока.
Без регулирования водного режима и/или водозабора		Без регулирования: отсутствие одной или нескольких дамб, отсутствует устройство для регулирования водного режима. Без водозабора: отсутствие шлангов, насосов и т.д. в водотоке или вдоль него.
Без миграционных барьеров		Отсутствие дамб или других барьеров, создающих помехи для миграции рыбы или донной фауны.
Р2. Оценка воздействия – Прибрежная зона		
Функциональная прибрежная зона		Экологически функциональные прибрежные зоны. Отсутствие серьезных повреждений прибрежной зоны. Негативное воздействие на прибрежную зону на расстоянии <25% от всей протяженности обследованной зоны.
Отсутствие стока из канав и/или сельскохозяйственных траншей		Отсутствие прямого стока без фильтрации через шламовые ловушки. Отсутствие конусов выноса песка в устьях ручьев и сбросов канав
Отсутствие повреждений почвы		Отсутствие старых или новых повреждений почвы (вызванных тяжелой машинной техникой или лесохозяйственным рыхлением почвы) в самом водотоке или вдоль него, оказывающие негативное воздействие на водоток
Отсутствие дорог и переездов		Отсутствие мостов и переездов, а также отсутствие дорог в 10 метрах от водотока по всей его протяженности.
Р3. Оценка воздействия – Качество воды		
Мутность воды		Вода не мутная
Цветность воды		Вода естественного цвета
Отсутствие следов эвтрофикации		Отсутствие цветения воды. Отсутствие определенной растительность в водотоке (обилия аира, кубышки, рогоза, рдестов, ряски, элодеи)
Отсутствие точечных источников загрязнения		Отсутствие дренажной и/или мелиоративной сети

К. Оценка чувствительности		
Почва склонна к эрозии		Участок характеризуется наличием крупнозернистого песка, моренного мелкозернистого песка или ила, мелкозернистого грунта или торфа
Берег находится под уклоном к водотоку		Обрывистый берег хотя бы с одной стороны водотока
Прибрежная зона повышенной влажности		Места выклинивания грунтовых вод, заболоченность. Присутствуют сфагнум/таволга/папоротник/хвощ

+ Оценка дополнительной ценности		
Культурные ценности и/или древние археологические находки		Мельницы, каменные основания строений, места для подготовки древесины к сплаву, каменные мосты, нежилые населенные пункты и т.д.
Зона охраны природы или рекреационная зона		Заказник, памятник природы, ботанический сад. Часто используемые рекреационные зоны, например, пешеходные тропинки, места для пикников, таблички и знаки или места, часто используемая для ловли рыбы или промыслов. Избы
Меры по восстановлению		Известкование воды, реставрация миграционных маршрутов.
Промысловые виды		Различные виды рыб, птиц, грибы, ягоды и растения, представляющие интерес

	Н. Оценка экологической ценности			Р. Оценка воздействия			К. Оценка чувствительности	Оценка дополнительной ценности
	N1	N2	N3	P1	P2	P3		
Результат								
Итого								

Общее описание и комментарии

Подробно опишите водоток и обозначьте дополнительные условия, которые могут повлиять на значения N, P, K или +