

УДК 504

**Е.А. Ельчанинов, В.И. Коннов, С.А. Кабанов**

## **МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА РЕК ВОСТОЧНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ ПРИ ОТРАБОТКЕ РОССЫПНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ЗОЛОТА В ИХ РУСЛАХ И ПОЙМАХ**

*Изучен гидрологический режим малых рек Восточного Забайкалья и установлена необходимость учета фазности внутригодового стока рек в расчетах нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ при поступлении в них сточных вод, образующихся на объектах разработки месторождений россыпного золота. Предложены метод определения расчетного расхода воды водотока для разработки нормативов допустимых сбросов вредных веществ в реки и способ регулирования расходов воды и концентраций взвешенных веществ в руслоотводном канале при отведении водотока от границ россыпных месторождений золота в условиях Восточного Забайкалья.*

*Ключевые слова: малые реки, нормативы допустимых сбросов, месторождения золота.*

---

Основными направлениями защиты и рационального использования водных ресурсов в настоящее время являются разработка и внедрение водосберегающих технологий и замкнутых (бессточных) систем водоснабжения промышленных предприятий. Для достижения указанных целей актуально внедрение в практику перспективных методов очистки сточных вод, базирующихся на научно-технических достижениях в области инженерной защиты окружающей среды. Большое разнообразие загрязнителей сточных вод, а также методов, применяемых для их очистки, усложняют поиск оптимальных вариантов при выборе технических решений (технологических схем и аппаратов) в конкретных случаях. Поиск таких методов не может быть успешным без знания и понимания основных закономерностей природных процессов, антропогенных факторов, влияющих на экологическое состояние водных объектов.

Решение проблемы сохранения качества пресных вод, удовлетворяющего питьевому водопользованию, приобретает все большее значение. Расчет нормативов допустимых сбросов (НДС) веществ выполняется по «Методике разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей», введенной в действие в 2007 году [1]. Авторами методики рекомендуется проводить дополнительные исследования для учета региональных особенностей при разработке НДС веществ и микроорганизмов, поступающих в водные объекты со сточными водами предприятий, населенных пунктов.

В связи с этим была поставлена цель исследований: изучить природно-климатические условия, основные антропогенные факторы в Восточном Забайкалье, выявить закономерности, которые необходимо будет учитывать при усовершенствовании методики разработки нормативов допустимых

сбросов (НДС) веществ с учетом региональных особенностей. Знание региональных закономерностей применить для разработки методов и способов оценки и регулирования качества воды малых рек.

Природно-климатические условия Восточного Забайкалья непосредственно формируют расходы воды рек. Эта гидрологическая характеристика является одним из основных параметров в методике разработки нормативов сбросов загрязняющих веществ. Поэтому был исследован гидрологический режим рек: многолетнее и внутригодовое распределение стока с целью определения расчетного периода и назначения расчетного расхода воды водотоков, учитываемого в разбавлении сточных вод речными [2].

К основным антропогенным факторам в Восточном Забайкалье отнесена добыча полезных ископаемых открытым способом, так как наибольшее воздействие на почвы, водные объекты и, в меньшей мере, на атмосферный воздух оказывает именно она, в частности, отработка россыпных месторождений золота открытым способом.

Чаще всего, сброс сточных вод в малые реки и гидротехническое строительство в их руслах осуществляется в теплое время года, то есть в период открытого русла. Колебания расходов воды малых рек разных гидрологических районов Забайкалья ярко показывают не только сезонные изменения стока, но и изменения по гидрологическим фазам. Наиболее опасным периодом поступления сточных вод в речные является фаза межени, в течение которой наблюдаются наименьшие расходы воды в реке. Именно в это время происходит загрязнение рек сточными водами предприятий. Межень является характерной фазой для малых рек Вос-

точного Забайкалья в отличие от рек других регионов России. Меженные периоды отмечаются в маловодные, средние по водности и многоводные периоды и различаются лишь длительностью прохождения.

Учитывая резкое изменение режима речного стока в разные фазы внутри года, для правильного определения величины расчетного расхода воды в реке был опробован метод компоновки, позволяющий оценить реальное внутригодовое распределение стока воды водотока в условиях Восточного Забайкалья [3]. В соответствии с названным методом расчет ведется по *водохозяйственным* годам. Для этого необходимо разбить год на *лимитирующий сезон*, *нелимитирующий сезон* (вместе составляющие *лимитирующий период*) и *нелимитирующий период*.

В условиях Восточного Забайкалья к лимитирующему сезону (для расчета условий сброса сточных вод) можно отнести *сезон летней межени*. В зимний период в большинстве случаев малые реки перемерзают и сброс неочищенных сточных вод в них запрещен. Выделяются основные границы летней межени, соответствующие различным типам водности лет (табл. 1).

Был проведен анализ по данным многолетних наблюдений за расходами воды малых рр. Хилкотой, Аса и Блудная, расположенных в Байкальском и Амурском водных бассейнах Забайкальского края. Особое внимание уделяется качеству воды рек бассейна оз. Байкал, для сохранения которого принят Федеральный Закон «Об охране озера Байкал» № 94-ФЗ.

Ряд экологических проблем и угроз уникальной экосистеме озера Байкал — жемчужине Всемирного природного наследия, связан с качеством (и количеством) вод его бассейна, который в пределах Российской

Федерации затрагивает территории четырёх её субъектов: Иркутской области, Забайкальского края, Республики Бурятия и Республики Тыва.

Трансграничным компонентом водосборного бассейна озера Байкал является бассейн р. Селенги, расположенный в пределах Бурятии, Монголии и, в незначительном фрагменте, — в пределах Тывы [4].

Таким образом, исследование гидрологического режима малых рек Забайкальского края выполнялось для многоводного, среднего по водности и маловодного периодов.

Анализ полученных данных показывает, что для летне-осеннего периода характерны три основных сезона межени – майская, июньская и июльская. Анализ числа межени в разные годы, их продолжительность и среднемеженные расходы позволили выбрать в качестве лимитирующего сезона два месяца – *июнь и июль*.

Лимитирующим периодом назначен период *лето-осень*, включающий период с июня по октябрь. Нелимитирующим периодом можно принять период *зима-весна* (с ноября по май). На основании этого предложена следующая методика расчета расхода воды 95 %-ной обеспеченности как по сезонам, так и внутри них (по декадам, пентадам).

Производится разбивка исходных данных на водохозяйственные годы.

Выполняется расчет межсезонного распределения стока. Определяются суммы стока за лимитирующий период, лимитирующий сезон и год, а также модульные коэффициенты  $K$ ,  $(K-1)$  и  $(K-1)^2$ . С помощью  $(K-1)$  проверяются вычисления: сумма  $K - 1 = 0$ .

Выделяются группы водности лет (многоводные  $P < 33\%$ , средней водности  $33 < P < 66\%$ , маловодные  $P > 66\%$ ).

Выполняется расчет внутрисезонного распределения стока для маловодной группы лет.

Определяются основные параметры аналитической кривой обеспеченности (норма стока  $Q_{ср}$ , коэффициент вариации  $C_V$ , коэффициент асимметрии  $C_S$  биномиальным или трехпараметрическим методами).

Определяются расчетные расходы по месяцам (декадам, пентадам).

Выполняется построение расчетного гидрографа стока.

По расчетному гидрографу выбирается расчетный расход воды реки  $Q_{95\%}$  обеспеченности при сбросе в нее сточных вод (минимальный среднедекадный, среднепентадный за лимитирующий сезон) [5].

В табл. 2 приводятся результаты расчета расходов воды  $Q_{95\%}$  обеспеченности для трех рек Восточного Забайкалья.

Таким образом, в расчетах нормативов НДС загрязняющих веществ за расчетный расход воды в малых реках в условиях Забайкалья принимается расход, который превышает реальный (фактический) расход воды от 13 % до 40,5 %. Это приводит к искусственному загрязнению воды малых рек в период межени.

При отработке золотоносных россыпей, производстве различных видов работ в руслах рек (строительство дорог, мостов, гидротехническое строительство и т.д.) чаще всего приходится отводить водоток по руслоотводному каналу от места расположения объекта строительства. При значительных размерах канала и больших расходах воды в нем происходит интенсивный вынос взвешенных веществ в ненарушенную нижележащую часть русла реки. Это приводит к загрязнению водотока взвешенными веществами в контрольном створе реки. Вторым предлагаемым

Таблица 1

**Границы летней межени в годы с различными типами водности**

Тип водности года	I период межени		II период межени		III период межени	
	начало	окончание	начало	окончание	начало	окончание
Многоводные годы ( $P < 33\%$ )	18.05	27.06	8.06	16.07	11.07	31.07
Годы средней водности ( $33 < P < 66\%$ )	15.05	28.06	5.06	3.08	9.07	30.08
Маловодные годы ( $P > 66\%$ )	7.05	26.06	1.06	9.08	22.07	5.09
Границы меженных периодов	7.05 — 28.06		1.06 — 9.08		9.07 — 5.09	

Таблица 2

**Сравнение расчетных расходов воды малых рек, полученных по существующей и по рекомендуемой методикам**

Методика расчета расхода	Расчетный расход $Q_{95\%}$ обеспеченности малых рек Байкальского и Амурского бассейнов		
	Расчетный расход воды р. Хилкотой $Q_{95\%, м^3/с}$	Расчетный расход воды р. Аса $Q_{95\%, м^3/с}$	Расчетный расход воды р. Блудная $Q_{95\%, м^3/с}$
Существующая методика	4,15	7,10	1,78
Рекомендуемая методика	2,47	5,75	1,55

путем снижения антропогенной нагрузки на реки является регулирование расходов воды и концентраций взвешенных веществ в руслоотводном канале. Автором предложен способ, позволяющий не только контролировать содержание взвесей в расчетном створе водотока, поступающих со сточными водами при отработке россыпных месторождений золота, но и регулировать его, с учетом фактического и прогнозируемого состояний экологического резерва при искусственном изменении русел малых рек Восточного Забайкалья.

При решении этой задачи ставилось условие – исключение превышения предельно допустимой концентрации (ПДК) взвешенных веществ в контрольном створе водотока, а также нормативов допустимых сбросов (НДС) при отводе речного потока по руслоотводному каналу с учетом его

смещения (разбавления) в нижележащей ненарушенной части реки в меженный период года при производстве работ непосредственно в русле реки.

Предлагаемый способ прост в исполнении и исключает прямоточный способ водоснабжения проектируемого объекта, запрещенный к использованию «Правилами охраны поверхностных вод» и являющийся нерациональным способом использования водных ресурсов [6]. Затраты, необходимые для строительства сооружений, в предлагаемом способе будут минимальными по сравнению со способами, предусматривающими проектирование и строительство специальных сооружений для очистки воды от взвешенных частиц.

Предлагаемый способ позволяет выполнять любые виды работ в русле реки (строительство мостов, пе-

реездов, гидротехнических сооружений, добыча полезных ископаемых и др.) без нарушения нормативных требований к качеству воды в контрольном створе водотока после отведения речного потока по руслоотводному каналу. На разработанный способ получен патент на изобретение [7].

Сущность способа заключается в следующем. Отведение речного потока в руслоотводной канал осуществляется поэтапно в подготовительный период. В этот период строительные работы в русле реки не ведутся. При полном перекрытии русла реки струенаправляющей дамбой и отведении всего потока в руслоотводной канал, проложенный в неоднородных грунтах, будет происходить размыв его дна и откосов. Взвешенные наносы определенного диаметра будут выноситься потоком из канала (процесс самоотмостки) и загрязнять воды реки. Для устранения этого явления предлагается выполнять поэтапный пропуск расходов воды (от минимального до расчетного) по руслоотводному каналу с проведением контроля качества воды по взвешенным веществам в контрольном створе водотока на каждом этапе.

К первому этапу промывки руслоотводного канала приступают после выполнения расчета, в котором устанавливаются пропускаемые расходы на каждом этапе. Эти расходы назначаются такими, чтобы в контрольном створе реки не произошло превышение предельно допустимой концентрации (ПДК) взвешенных веществ. В канале выдерживается скорость потока превышающая незаиляющую. Регулирование расходов на водозаборном узле выполняется поднятием затвора на необходимую высоту, которая устанавливается по водомерной рейке. Для вы-

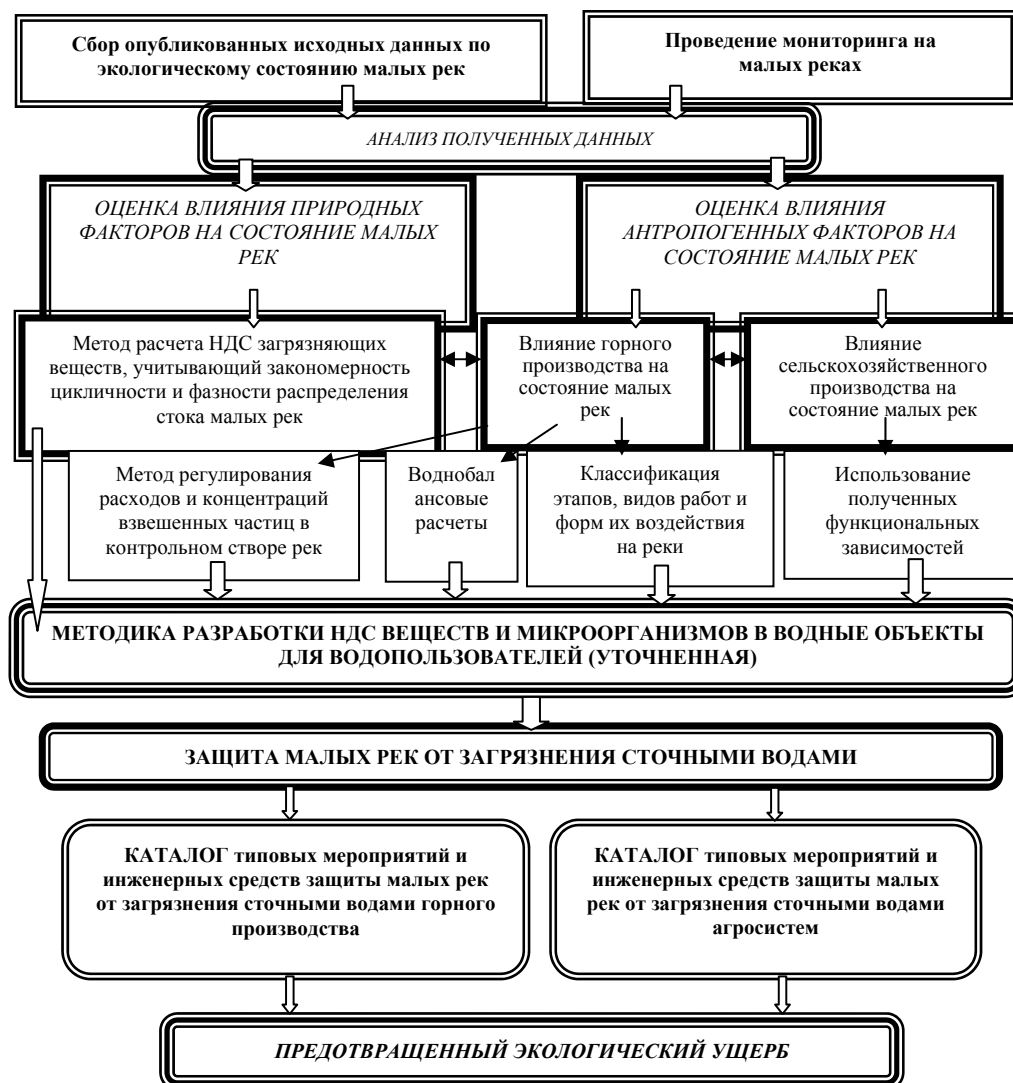
полнения таких расчетов предлагается методика.

Первый этап выполняется в межженный (маловодный) теплый период года, когда проще всего осуществляется частичное перекрытие русла реки с целью создания подпора и направления части речного потока через водозаборное сооружение в руслоотводной канал. Конструкция водозаборного сооружения назначается с учетом выполнения условий наименьших затрат на его строительство и возможности регулирования и пропуска заданных расходов воды в руслоотводной канал.

Контроль качества воды производится отбором проб воды на химические анализы в контрольном створе в начале, середине и конце каждого этапа. Концом первого этапа будет являться момент, в котором концентрация взвешенных веществ в отобранной пробе воды будет меньше установленной для них ПДК.

На каждом этапе с помощью поднятия затвора на необходимую высоту на водозаборном сооружении по руслоотводному каналу пропускается такой максимальный расход, при котором в расчетном (контрольном) створе на водотоке концентрация взвешенных веществ не превышает ПДК. На каждом последующем этапе расход воды увеличивается, изменяются гидравлические элементы потока и должно соблюдаться то же условие – не превышение ПДК взвешенных веществ в контрольном створе водотока.

На последнем этапе по каналу должен быть пропущен расчетный расход воды, который назначается в зависимости от класса сооружения и срока его службы по СНиП 2.06.01—86 «Гидротехнические сооружения. Основные положения проектирова-



**Рис. 1. Основные элементы методологии оценки экологического состояния малых рек и их защиты от влияния горного производства и агросистем**

ния». Последний этап проводится в паводок, расход которого больше на 10 % расчетного. На этом этапе завершается полное перекрытие русла реки струенаправляющей дамбой. После выполнения последнего этапа приступают к производству работ в русле реки.

Таким образом, использование предложенных методов позволяет

уточнить НДС взвешенных веществ в реки Восточного Забайкалья.

В результате исследований основных природных и антропогенных факторов, влияющих в большей мере на гидрохимический и гидрологический режимы водотоков в суровых природно-климатических условиях Восточного Забайкалья разработана методология оценки экологического

состояния малых рек и их защиты от влияния горного производства и агросистем.

Основными элементами методологии являются:

- закономерность циклического распределения многолетнего и внутрисезонного стока малых рек, определяющая необходимость выполнения расчета НДС загрязняющих веществ, поступающих в водоток со сточными водами горного производства, для каждого цикла отдельно в условиях Восточного Забайкалья;

- закономерность изменения гидрхимического режима сточных вод с

полигинов и агросистем по сезонам вегетационного периода;

- методы расчета лимитов сбросов взвешенных веществ в водные объекты горнодобывающими предприятиями, учитывающие технологию горных работ и использующие классификацию этапов работ и формы их воздействия на малые реки, позволяющую устанавливать расчетные периоды для разработки нормативов допустимых сбросов загрязняющих веществ в водотоки в условиях Восточного Забайкалья.

На рис. 1 показаны основные элементы методологии.

---

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Методика* разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей. – М.: 2007. – 113 с.

2. *Беркович К.М.* Географический анализ антропогенных изменений русловых процессов / К.М. Беркович. — М.: ГЕОС, 2001. – С. 17 — 68.


3. *Клибашев К.П.* Гидрологические расчеты / К.П. Клибашев, И.Ф. Горошков. — Л.: Гидрометеиздат, 1970. — 460 с.

4. *Мир Байкала.* – 2009. – № 4 (24). – С. 74-76.

5. *Коннов, В.И.* Экологическая оценка и мероприятия по защите от загрязнения ма-

лых рек Восточного Забайкалья / В.И. Коннов. – Чита: ЧитГУ, 2006. – 126 с.

6. *Правила* охраны поверхностных вод (типовые положения). — М.: ГЕОС, 1991. — 34 с.

7. *Пат.* 2334841 Российская Федерация, МПК7 E02B 3/02 (2006.01). Способ регулирования расходов воды и концентраций взвешенных частиц в руслоотводном канале / Каргопольцев С.К., Коннов В.И.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Иркутский государственный университет путей сообщения (ИрГУПС) (RU). — № 2006126301/03(028539); заявл. 19.07.06; опубл. 27.09.08, Бюл. № 27. – 10 с. 

---

#### КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

*Андрейко С.С.* — доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией «Геотехнологические процессы и рудничная газодинамика», e-mail: ssa@mi-perm.ru,

*Лялина Т.А.* — инженер лаборатории «Геотехнологические процессы и рудничная газодинамика», e-mail: Lyalina@mi-perm.ru,

Горный институт Уральского отделения РАН

