

РУКОВОДЯЩИЙ ДОКУМЕНТ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

ОРГАНИЗАЦИЯ И ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ

Дата введения 1999-04-01

ПРЕДИСЛОВИЕ

1. РАЗРАБОТАН Гидрохимическим институтом, Государственным гидрологическим институтом

2. РАЗРАБОТЧИКИ В.В.Шлычкова, канд. хим. наук; Н.П.Матвеева, канд. хим. наук; Л.В.Бражникова, канд. хим. наук; Н.Н.Бобровицкая, д-р геогр. наук; Л.Г.Ткачева

3. УТВЕРЖДЕН Федеральной службой России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 5 октября 1996 г.

4. ЗАРЕГИСТРИРОВАН ЦКБ ГМП за номером РД 52.24.508-96

5. ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Настоящие методические указания устанавливают требования к формированию сети и программ наблюдений подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод суши (ПМТПВС) системы мониторинга состояния поверхностных вод суши (СМПВС), оценке состояния трансграничных поверхностных вод суши и определению переноса реками воды, взвешенных наносов и загрязняющих веществ.

Документ распространяется на наблюдения за состоянием водных объектов, обозначающих и пересекающих границу сопредельных государств и расположенных на ней.

Методические указания предназначены для оперативно-производственных подразделений управлений по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (УГМС) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет), осуществляющих организацию и проведение наблюдений за состоянием поверхностных вод суши.

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящих методических указаниях использованы ссылки на следующие документы:

ГОСТ 8.315-91* ГСИ. Стандартные образцы. Основные положения, порядок разработки, аттестации, утверждения, регистрации и применения.

* Действует ГОСТ 8.315-97. - Примечание "КОДЕКС".

ГОСТ 17.0.0.02-79*. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные положения.

* На территории Российской Федерации действует ГОСТ Р 8.589-2001, здесь и далее по

тексту. - Примечание "КОДЕКС".

ГОСТ 17.1.1.01-77. Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана воды. Основные термины и определения.

ГОСТ 17.1.5.05-85. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.

ГОСТ 16263-70*. Метрология. Термины и определения.

* На территории Российской Федерации действуют РМГ 29-99. - Примечание "КОДЕКС".

ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения.

ГОСТ 19185-73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения.

ГОСТ 27065-86 (СТ СЭВ 5184-85). Качество вод. Термины и определения.

ГОСТ 27384-87*. Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств.

* Действует ГОСТ 27384-2002. - Примечание "КОДЕКС".

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Термины и определения, используемые в настоящих методических указаниях, и пояснения к ним даны по ГОСТ 17.1.1.01, ГОСТ 16263, ГОСТ 19179, ГОСТ 19185, ГОСТ 27065 (СТ СЭВ 5184) и рекомендуемому приложению А. Термины "трансграничные поверхностные воды", "трансграничные воздействия" и "опасные вещества" использованы в определении, данном в Конвенции по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер [1] (приложение Ж).

4 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1 Подсистема мониторинга трансграничных поверхностных вод суши (ПМТПВС) в качестве специального вида входит в состав системы мониторинга поверхностных вод суши (СМПВС).

4.2 В ПМТПВС наблюдениям подлежат водоемы и водотоки, пересекающие границу сопредельных государств (например, р.Иртыш), обозначающие такую границу (например, р.Нарва) и расположенные на ней (например, оз.Чудско-Псковское).

4.3 Задачами ПМТПВС являются обеспечение наблюдений за состоянием трансграничных поверхностных вод суши, оценка их состояния и определение переноса загрязняющих веществ и взвешенных наносов реками через государственную границу.

4.4 ПМТПВС в Российской Федерации создается впервые. Эта подсистема базируется на сети пунктов режимных наблюдений СМПВС Росгидромета. Гидрологическая служба и служба режимных наблюдений за состоянием поверхностных вод суши УГМС Росгидромета проводят наблюдения согласно основополагающим нормативным документам этих служб [2, 3, 8, 9] и другим документам и положениям, приведенным в разделах 2, 5, 6, и осуществляют оценку состояния водоемов и водотоков согласно документам и положениям, приведенным в разделах 2, 4.6 и 7.

4.5 На трансграничных водоемах и водотоках непосредственно на границе или вблизи нее в составе действующей сети СМПВС имеются пункты наблюдений за состоянием

поверхностных вод суши, а в составе гидрологической службы - гидрологические посты, как правило, располагающие длительными рядами наблюдений по гидрологическим показателям и относительно длительными - по гидрохимическим показателям. Эти пункты и посты составят первую очередь ПМТПВС.

Пространственные, временные и компонентные характеристики действующих пунктов наблюдений и гидрологических постов позволяют оценивать состояние поверхностных вод суши согласно [3], а также производить расчет трансграничного переноса загрязняющих веществ и взвешенных наносов, в том числе ретроспективный, с различной для отдельных пунктов и загрязняющих веществ точностью и продолжительностью. Первая очередь формирования ПМТПВС не требует дополнительного финансирования.

Во второй очереди ПМТПВС сеть наблюдений должна быть дополнена новыми пунктами и постами, необходимыми для полной характеристики состояния трансграничного переноса загрязняющих веществ и взвешенных наносов. При необходимости должны быть внесены изменения в состав действующей сети.

Реализация этого этапа формирования ПМТПВС требует дополнительного финансирования.

В перспективе целесообразна организация наблюдений за содержанием загрязняющих веществ во взвешенных наносах и донных отложениях.

4.6 Помимо выполняемого при проведении режимных наблюдений в СМПВС обобщения информации ПМТПВС предусматривает определение переноса реками загрязняющих веществ и взвешенных наносов. Оценка переноса загрязняющих веществ и взвешенных наносов в водоемах из-за разнообразия, сложности и малоизученности гидродинамических процессов, определяющих перенос, в настоящее время практически неосуществима в рамках системных наблюдений.

4.6.1 Для определения трансграничного переноса загрязняющих веществ предлагается использовать общепринятые положения, нашедшие свое отражение в документах по проведению специального вида наблюдений за выносом загрязняющих веществ речным стоком [4, 5]. Указанные документы прошли широкую апробацию в системе наблюдений за состоянием поверхностных вод суши ГСН. По результатам наблюдений можно определить перенос загрязняющих веществ реками, погрешность определения такого переноса и антропогенную составляющую переноса веществ.

4.6.1.1 Для расчета трансграничного переноса загрязняющих веществ используют прямой или косвенный метод расчета.

Прямой метод расчета применяют при наличии данных наблюдений по гидрохимическим и гидрологическим показателям. Для расчета используют формулу

$$G = \sum_{i=1}^m W_i \bar{C}_i, \quad (1)$$

где G - количество перенесенного вещества за расчетный период, тыс. т; m - число интервалов расчетного периода; W_i - объем стока воды за i -й интервал расчетного периода, км³; \bar{C}_i - средняя концентрация вещества за i -й интервал расчетного периода, мг/л или мкг/л.

Использование этой формулы правомерно при наличии тесной связи между концентрацией вещества в воде и расходом воды. При отсутствии такой связи или ее слабом проявлении для расчета используют следующую формулу

$$G = W\bar{C}, \quad (2)$$

где G - количество перенесенного вещества за год, тыс. т; W - объем стока воды за год, км³; \bar{C} - средняя концентрация вещества за год, мг/л.

В случае отсутствия сведений о связи между концентрацией вещества и расходом воды для расчета следует также применять формулу (2).

Косвенный метод расчета применяют при отсутствии сведений о содержании загрязняющих веществ в воде и наличии данных о стоке воды. В этом случае подбирают реку-аналог с сопоставимым стоком воды и рассчитывают количество перенесенных загрязняющих веществ по формуле

$$G = \frac{G_a W}{W_a}, \quad (3)$$

где G и G_a - количество вещества, перенесенного неизученной рекой и рекой-аналогом за расчетный период, тыс. т; W и W_a - объем стока воды неизученной реки и реки-аналога за расчетный период, км³.

Рассчитанный косвенным методом перенос загрязняющих веществ носит ориентировочный характер в том случае, если в реке, для которой сделан расчет, не исследован химический состав воды. Достоверность расчета повышается в случае, если по результатам предварительных исследований река является аналогом не только по стоку, но и по химическому составу воды.

4.6.1.2 Критерием достоверности определения переноса вещества является относительная погрешность, рассчитываемая согласно общепринятым положениям теории ошибок:

$$S_{G_i} = \sqrt{S_{W_i}^2 + S_{k_i}^2}, \quad (4)$$

где S_{G_i} - относительная погрешность определения переноса вещества за i -й интервал расчетного периода; S_{W_i} - относительная погрешность определения стока воды за i -й интервал расчетного периода; S_{k_i} - относительная погрешность определения средней концентрации вещества за i -й интервал расчетного периода.

Относительная погрешность определения стока воды зависит от условий и детальности наблюдений. В соответствии с [6] при использовании методики измерений расхода методом "скорость - площадь" с использованием гидрометрических вертушек для измерения скоростей течения относительная погрешность измерения расхода находится в пределах 6-12%. Относительная погрешность стока воды, определенная на основе этого наиболее часто применяемого в практике сети Росгидромета метода, составляет примерно 10% в случае, когда створы отбора проб и гидроствора совмещены. При несовмещении гидрохимического и гидрологического створов вносится дополнительная погрешность при расчете стока воды; она зависит от метода расчета и местоположения створов и может достигать 40%.

Относительную погрешность определения средней концентрации вещества за i -й интервал расчетного периода находят по формуле

$$S_{K_i} = \sqrt{\frac{1}{n} \left(v_B^2 + \frac{v_C^2}{k} \right)}, \quad (5)$$

где n - количество проб воды за интервал расчетного периода; v_B - средняя относительная погрешность временного ряда средних концентраций вещества в сечении реки; v_C - средняя относительная погрешность единичного определения концентрации вещества в сечении реки; k - количество проб в сечении реки.

Погрешность

$$v_B = \frac{\sigma_B}{\bar{C}}, \quad (6)$$

где σ_B - среднее квадратическое отклонение временного ряда средних концентраций в сечении реки; \bar{C} - средняя концентрация вещества за расчетный период.

Концентрация

$$\bar{C} = \frac{\sum \bar{C}_j}{n}, \quad (7)$$

где \bar{C}_j - средняя концентрация вещества в сечении реки по данным j -го отбора проб.

Концентрация

$$\bar{C}_j = \frac{\sum C_i}{k}, \quad (8)$$

где C_i - концентрация вещества i -й пробы j -го отбора проб.

Отклонение

$$\sigma_B = \pm \sqrt{\frac{\sum (\bar{C}_j - \bar{C})^2}{n-1}}. \quad (9)$$

Погрешность

$$v_C = \sqrt{v_A^2 + v_K^2}, \quad (10)$$

где v_A - относительная погрешность метода анализа; v_K - относительная погрешность концентрации вещества в сечении реки, связанная с числом отбираемых проб.

Относительная погрешность метода анализа v_A указана в метрологических характеристиках в прописи метода анализа.

Для части методов данные приведены в [7].

Погрешность

$$v_K = \sqrt{\frac{\sum \sigma_C^2}{nC}}, \quad (11)$$

где σ_c - среднее квадратическое отклонение единичного определения концентрации вещества в сечении реки;

$$\sigma_c = \pm \sqrt{\frac{\sum (C_i - \bar{C}_j)^2}{k-1}}. \quad (12)$$

В случае если отбор проб производится в одной точке сечения, формула (5) имеет вид

$$S_{K_i} = \sqrt{\frac{v_B^2 + v_a^2}{n}}. \quad (13)$$

Умножая рассчитанную по формуле (4) относительную погрешность (S_{G_i}) на значение переноса загрязняющих веществ, полученное по формуле (1), вычисляют погрешность определения переноса за интервал расчетного периода в абсолютном выражении (ΔG_i):

$$\Delta G_i = \pm G_i S_{G_i}, \quad (14)$$

где G_i - количество перенесенного вещества за i -й интервал расчетного периода, тыс. т.

Погрешность определения переноса вещества за год получают, используя сумму погрешностей за отдельные интервалы расчетного периода:

$$\Delta G_{\text{год}} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \Delta G_i^2}, \quad (15)$$

где m - число расчетных периодов.

Погрешность переноса за год в относительном выражении (%) рассчитывают по формуле

$$S_{G_{\text{год}}} = \frac{\Delta G_{\text{год}}}{G_{\text{год}}} \cdot 100, \quad (16)$$

где $G_{\text{год}}$ - количество перенесенного вещества за год, тыс. т.

4.6.1.3 Антропогенную составляющую трансграничного переноса загрязняющих веществ $G_{a.c}$ (тыс. т) рассчитывают по разности количеств перенесенных веществ за исследуемый период и за предшествующий период, в который концентрация вещества соответствовала относительному гидрохимическому фону:

$$G_{a.c} = G_p - K_B G_{\phi}, \quad (17)$$

где G_p - количество перенесенного вещества за расчетный период, тыс. т; G_{ϕ} - количество перенесенного вещества за период, когда концентрация отвечала относительному гидрохимическому фону, тыс. т; K_B - поправочный коэффициент на разницу в стоке воды за расчетный и фоновый периоды.

В качестве периода относительного гидрохимического фона рекомендуется использовать временные периоды до 1970 г., поскольку в последующие годы резко возросло антропогенное воздействие на природные воды. Для рек с более коротким рядом наблюдений допускается использование фоновых данных по реке-аналогу или первому периоду

наблюдений. В районах, где антропогенное воздействие отмечено ранее 1970 г., в качестве фонового следует выбрать период до начала такого воздействия.

4.6.2 Для расчета переноса взвешенных наносов используют формулу

$$\Pi_s = P_s T \cdot 10^{-6}, \quad (18)$$

где Π_s - сток наносов за расчетный период, тыс. т; P_s - средний за расчетный период расход наносов, кг/с; T - число секунд в расчетном периоде.

При отсутствии наблюдений за наносами их сток рассчитывают с помощью метода аналогии. Сток наносов в этом случае определяют путем умножения объема стока воды рассматриваемой реки на мутность реки-аналога.

5 ФОРМИРОВАНИЕ СЕТИ И ПРОГРАММ НАБЛЮДЕНИЙ

5.1 Сеть наблюдений ПМТПВС формируется на базе трансграничных или близких к трансграничным пунктам наблюдений, расположенных на водоемах и водотоках на государственной границе или вблизи нее.

5.1.1 В пункте устанавливают один створ. Оптимальным является расположение створа на водоеме или водотоке непосредственно на границе. В случае отсутствия такой возможности устанавливают створ как можно ближе к границе, но до ближайшего пункта водопользования при направлении течения с территории сопредельного государства и после последнего сброса сточных вод при направлении течения с территории России. На реках створ рекомендуется устанавливать на расстоянии от границы, не превышающем 30 км (следует учитывать преобладающие расходы воды).

Количество вертикалей и горизонтов в створе, в совокупности составляющее количество точек отбора в сечении водоема или водотока, определяется требованиями [3]. Кроме того, оно тесно связано с периодичностью наблюдений и заданной погрешностью в определении переноса веществ реками.

5.1.2 Гидрологические посты для измерения уровней воды на водоемах устанавливают согласно [8].

Для обеспечения определения стока воды пункты наблюдений на водотоках следует совмещать с гидрологическими постами или обеспечить получение данных о стоке воды расчетным путем по близлежащему посту или посту-аналогу.

Расположение гидрометрических створов, вертикалей, количество и расположение точек измерения скоростей на вертикалях устанавливают согласно [9].

5.1.3 В этом же документе [9] изложены принципы формирования сети для определения стока взвешенных наносов.

Сток взвешенных наносов учитывают двумя способами: по данным измерения мутности единичных проб и по графикам связи между расходами взвешенных наносов и расходами воды ($P_s = f(Q)$).

При учете стока взвешенных наносов по данным измерения мутности единичных проб такие пробы обычно отбирают в гидростворе на одной или двух скоростных вертикалях, расположенных в стрежневой зоне потока, суммарным (в двух точках - 0,2 и 0,8 глубины), одноточечным (0,6 глубины) или интеграционным способами в зависимости от глубины потока, степени тесноты связи между мутностью единичных проб и средней мутностью в

живом сечении.

При учете стока взвешенных наносов по графикам связи между расходами взвешенных наносов и расходами воды пробы на мутность для измерения расхода взвешенных наносов отбирают в основном гидростворе на всех скоростных вертикалях одновременно с измерением скоростей течения, выполняемым при измерении расходов воды. В зависимости от метода измерения пробы на мутность отбирают разными способами: многоточечным (в пяти и более точках по глубине), основным (в двух точках - 0,2 и 0,8 глубины - на больших и средних реках и в одной точке - 0,6 глубины - на малых реках) или интеграционным (проба берется путем плавного перемещения прибора по глубине вертикали от поверхности до дна потока и обратно).

5.1.4 Формирование сети пунктов наблюдений и гидрологических постов производят на основании предварительных исследований, заключающихся во всестороннем ознакомлении с районами наблюдений по имеющимся литературным, архивным материалам и другим источникам и в обследовании приграничных участков водоемов и водотоков.

5.1.4.1 В результате предварительного ознакомления с материалами выявляют:

- водоемы и водотоки, обозначающие, пересекающие границу сопредельных государств и расположенные на ней, основные черты их гидрологического режима, гидрографические и морфометрические характеристики приграничных участков;

- наличие существовавших и существующих поблизости пунктов наблюдений и гидрологических постов, их местоположение, состав проводившихся и проводящихся работ;

- современное состояние путей сообщения и средств связи, наличие энергопитания;

- наличие и перспективы развития населенных пунктов;

- наличие крупномасштабных карт, лоцманских карт (для судоходных рек), профилей рек и т.п.;

- водопользователей, источники загрязнения вод, их местоположение, сведения о составе и объемах сбрасываемых в реки сточных вод и имевших место аварийных сбросах загрязняющих веществ;

- сведения о составе воды водоемов и водотоков, стоке воды и взвешенных наносов.

5.1.4.2 На основании собранных сведений и имеющихся картографических материалов намечают действующие пункты наблюдений и гидрологические посты, которые могут быть использованы для решения задач мониторинга трансграничных поверхностных вод суши, в том числе оценки трансграничного переноса загрязняющих веществ и взвешенных наносов, или участки водоемов и водотоков для их обследования с целью организации пунктов наблюдений и гидрологических постов.

5.1.4.3 В действующих пунктах наблюдений в случае наличия в пункте нескольких створов для ПМТПВС выбирают тот, который расположен ближе к границе. По результатам наблюдений оценивают достаточность сети наблюдений в створе (вертикали, горизонты) в соответствии с положениями, изложенными в 5.3, и при необходимости назначают дополнительные вертикали и горизонты.

5.1.4.4 На не охваченных наблюдениями приграничных участках водоемов и водотоков проводят обследование в соответствии с положениями, изложенными в [3, 8, 9]. По результатам обследования устанавливают местоположение пункта наблюдений и створа в нем, а также рассчитывают число вертикалей и горизонтов в створе, необходимое для оценки

трансграничного переноса загрязняющих веществ.

5.2 Программа наблюдений ПМТПВС формируется на основе комплекса трех параметров: пространственных, временных и компонентных.

5.2.1 Пространственные (местоположение пункта наблюдений и число отбираемых в сечении реки проб) и временные (периодичность и сроки наблюдений) параметры тесно связаны между собой и зависят от требований [3] и заданной точности расчета переноса веществ, изменчивости концентраций загрязняющего вещества в сечении реки и во времени, а также от экономических возможностей организации, выполняющей работу. При формировании программ приходится также руководствоваться соображениями организационного порядка.

Принципы формирования сети наблюдений изложены в 5.1 и 5.3.

5.2.2 Перечень определяемых в пункте показателей устанавливают согласно [3]. В пункте определяют гидрохимические, гидрологические и гидробиологические показатели.

5.2.2.1 Для определения трансграничного переноса выбирают те гидрохимические показатели загрязнения, которые являются характерными для воды реки на приграничном участке, токсичными и оказывающими трансграничное воздействие. Определение проводят также по широко распространенным показателям загрязнения, таким как общее содержание органических веществ, минерализация и главные ионы, биогенные вещества.

Перечень характерных для воды данного пункта загрязняющих веществ устанавливают на основании сведений о составе сточных вод, сбрасываемых в районе пункта наблюдений, и предварительных обследований участка реки.

5.2.2.2 Для определения переноса взвешенных наносов в створе гидропоста измеряют мутность воды.

5.2.2.3 Сток воды определяют путем измерения расходов воды на гидропостах.

5.2.3 Периодичность проведения наблюдений по гидрохимическим и гидробиологическим показателям устанавливают с учетом требований [3], определяющих периодичность проведения основного вида наблюдений с учетом рассчитанного согласно 5.3 количества проб в сечении и исходя из необходимости охвата наблюдениями основных фаз гидрологического режима. Последнее требование предусматривает проведение наблюдений на реках, как правило, не менее 7 раз в году: во время половодья - на подъеме, пике и спаде, во время летней межени - при наименьшем расходе, при прохождении дождевого паводка, осенью перед ледоставом, во время зимней межени. На отдельных реках в зависимости от особенностей их водного режима периодичность наблюдений может отличаться от указанной как в сторону увеличения, так и в сторону уменьшения. На водоемах требование охвата основных фаз режима обеспечивается при проведении наблюдений 4 раза в год.

5.2.4 Сроки проведения наблюдений определяются периодичностью наблюдений и сроками прохождения фаз гидрологического режима.

5.2.5 Периодичность и сроки проведения наблюдений для определения уровней, стока воды и взвешенных наносов устанавливают согласно [8, 9].

Учет стока взвешенных наносов по данным измерения мутности единичных проб предусматривает ежедневные наблюдения за мутностью реки на одной-двух постоянных вертикалях в установленные сроки и периодические измерения расходов взвешенных наносов с одновременным отбором контрольных единичных проб на мутность. По данным измерения расходов взвешенных наносов устанавливают зависимости для перехода от мутности

единичных проб к действительной средней мутности воды в сечении реки. Средняя мутность определяется как частное от деления расхода взвешенных наносов на расход воды.

Учет стока взвешенных наносов по графической связи между измеренными расходами взвешенных наносов и расходами воды предусматривает наличие достаточного количества измеренных расходов взвешенных наносов и охват измерениями всех фаз водного режима реки, особенно половодья и паводков. Этот способ рекомендуется применять на реках со значительными деформациями русла, для которых первый способ неприменим из-за неустойчивости связи между средней мутностью и мутностью контрольной единичной пробы.

5.3 При планировании наблюдений для определения трансграничного переноса загрязняющих веществ исходят из того положения, что задача формирования сети точек отбора проб в сечении и периодичность наблюдений обратна задаче расчета по формуле (4) относительной погрешности определения переноса веществ.

5.3.1 Зная относительную погрешность определения стока воды и задав значение относительной погрешности определения переноса веществ, можно установить относительную погрешность определения концентрации вещества по формуле

$$S_K = \sqrt{S_G^2 - S_W^2} . \quad (19)$$

5.3.2 Величины v_B и v_C , входящие в формулу (5), являются коэффициентами вариации, отражающими изменчивость концентраций веществ во времени и пространстве (по сечению). Они объективно характеризуют распределение вещества в данной реке. Количество наблюдений (n) и проб (k) в сечении реки может быть выбрано произвольно, так, чтобы относительная погрешность определения средней концентрации вещества не превышала допустимую относительную погрешность расчета концентрации, полученную по формуле (15). Задавая количество проб, отбираемых в сечении реки, и зная характеристики изменчивости концентрации вещества v_B и v_C , можно определить при заданной погрешности расчета средней концентрации необходимое число наблюдений в течение расчетного периода

$$n = (v_B^2 + v_C^2 / k) / S_K^2 \quad (20)$$

и наоборот

$$k = v_C^2 / (n S_K^2 - v_B^2) . \quad (21)$$

Для рек, на которых производились наблюдения, значения v_B и v_C рассчитывают по формулам (6) и (10). Для неизученных рек их определяют по результатам предварительных наблюдений или принимают на начальном этапе средние значения, которые затем корректируют по результатам наблюдений. В первом приближении можно использовать следующие средние значения v_C и v_B соответственно: для химического потребления кислорода 0,26 и 0,36, азота аммонийного 0,38 и 0,87, азота нитритного 0,65 и 1,18, азота нитратного 0,30 и 0,83, фосфора минерального 0,40 и 1,15, $\alpha = \text{ГХЦГ}$ 0,92 и 0,92, $\gamma = \text{ГХЦГ}$ 0,97 и 0,93, нефтепродуктов 0,4 и 0,8.

5.3.3 Изменчивость концентраций органических, биогенных веществ и нефтепродуктов во времени более высокая, чем в сечении реки, поэтому наиболее рациональным способом повышения точности расчета средней концентрации, а следовательно, и переноса указанных веществ за определенный период является увеличение числа гидрохимических съемок при одновременном уменьшении числа проб воды в сечении реки. Для хлорорганических пестицидов (ХОП) эти значения практически одинаковы. В этом случае для повышения точности расчета переноса ХОП необходимо увеличить как число гидрохимических съемок, так и число проб в сечении реки.

5.3.4 В целом планирование наблюдений для определения трансграничного переноса загрязняющих веществ осуществляют следующим образом.

На основе заданной погрешности расчета переноса загрязняющих веществ и относительной погрешности определения стока воды по формуле (19) рассчитывают относительную погрешность средней концентрации вещества за расчетный период.

Затем рассчитывают характеристики изменчивости концентрации вещества в сечении реки (σ_c) по формуле (10) и во времени (σ_B) по формуле (6) для рек, на которых проводились наблюдения или обследования. Для неизученных рек можно на начальном этапе воспользоваться средними значениями характеристик.

Далее по формуле (20) при заданном количестве проб в сечении реки (k) рассчитывают количество наблюдений за расчетный период (n) или по формуле (21) при заданном количестве наблюдений (n) рассчитывают количество проб в сечении реки. При этом выбор оптимального варианта наблюдений будет определяться факторами экономического и организационного порядка. Например, если по соображениям организационного порядка необходимо ограничить количество наблюдений в году, то рассчитывают необходимое количество проб в сечении реки по формуле (21) при минимальном количестве наблюдений 7 раз в год. Расчетные численности проб для различных веществ могут различаться. В этом случае назначают оптимальную численность проб в сечении реки; для ряда веществ погрешность расчета их трансграничного переноса будет отличаться от заданной.

Число наблюдений в году распределяют по возможности равномерно, но с учетом прохождения фаз гидрологического режима.

Вертикали, на которых отбирают пробы, распределяют следующим образом: при одной вертикали ее устанавливают на стержне потока, при необходимости установления нескольких вертикалей одну - на стрежне, а остальные распределяют равномерно по сечению реки; рекомендуется отбирать пробы на расстоянии не менее 3 м от берега. Количество горизонтов на вертикали определяется, согласно [3], глубиной реки в месте измерения: при глубине до 5 м устанавливают один горизонт (у поверхности - в 0,2-0,3 м от поверхности воды - летом и у нижней поверхности льда зимой), при глубине от 5 до 10 м - два (у поверхности и в 0,5 м от дна), а при глубине более 10 м - три (дополнительно промежуточный, расположенный на половине глубины).

Пример планирования наблюдений для оценки трансграничного переноса органических веществ рекой приведен в приложении Б.

6 ПРОВЕДЕНИЕ НАБЛЮДЕНИЙ

6.1 Отбор проб воды для определения химических, биологических показателей и мгновенных значений мутности воды проводят в соответствии с нормативными документами, устанавливающими требования и положения по отбору проб и пробоотборным устройствам ГОСТ 17.1.5.05, [9-15].

6.2. Гидрологические показатели получают измерением на гидрологических постах или расчетным путем согласно [6, 8, 9].

Отбор проб воды, их анализ и обработку для получения средней мутности на вертикали или живом сечению реки с целью оценки переноса наносов выполняют в соответствии с [8, 9, 16, 17].

6.3 Консервацию проб и определение гидрохимических и гидробиологических показателей выполняют в соответствии с нормативными документами [8, 9, 11, 14, 18 - 24] и другими, содержащими методики анализа, метрологически аттестованные, оформленные и

утвержденные согласно требованиям стандартизации и метрологии: ГОСТ 17.0.0.02, ГОСТ 27384, [25]. Использование других методик допускается только по специальным разрешениям.

6.4 При проведении анализа используют средства измерений и стандартные образцы, аттестованные и поверенные согласно ГОСТ 8.315, [25-27].

6.5 Контроль точности результатов измерений показателей загрязненности поверхностных вод проводят согласно [26].

6.6 Полученные в результате анализа проб воды и взвешенных наносов данные о содержании веществ обрабатывают и хранят в соответствии со специальными нормативными документами в режимно-справочных банках данных. Порядок, сроки и форма передачи сведений устанавливают специальные директивные документы.

7 ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД СУШИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕНОСА ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕКАМИ ЧЕРЕЗ ГРАНИЦУ

7.1 По результатам наблюдений оценивают состояние трансграничных поверхностных вод суши и определяют перенос реками через границу воды, взвешенных наносов и загрязняющих веществ.

7.2 Состояние трансграничных поверхностных вод суши оценивают, согласно [3], сравнением с нормами качества воды, изложенными в [30-32], или по обобщенным показателям.

7.3. Трансграничный перенос загрязняющих веществ определяют по количеству перенесенного загрязняющего вещества и взвешенных наносов, а также по антропогенной составляющей переноса веществ. Расчет трансграничного переноса загрязняющих веществ выполняют по формулам (1) или (2). Расчет производят за год или за многолетний период, чаще всего пятилетний. В качестве внутригодовых расчетных периодов используют фазы гидрологического режима: периоды межени (совместно для холодного и теплого периодов) и объединенные периоды половодья и паводков.

7.3.1 Расходы воды и сток воды за эти расчетные периоды берут из гидрологических справочников или определяют на основании данных о средних суточных расходах воды.

За начало половодья принимают первый день заметного увеличения расходов воды, предшествующий, как правило, дню с резким повышением расхода, за окончание - день на спаде половодья, когда отчетливо обозначился переход к летней межени, или расходы еще не достигли предпаводочных значений, но уже начались дождевые паводки.

Объем стока за половодье (км^3) определяют по формуле

$$W = 864 \cdot 10^{-7} \sum Q, \quad (22)$$

где $\sum Q$ - сумма средних суточных расходов воды за период половодья от даты его начала до даты окончания, $\text{м}^3/\text{с}$.

Аналогично рассчитывают объемы стока за периоды паводков и межени.

Наибольшие паводки теплого и холодного периодов года выбирают по наибольшим срочным расходам из максимумов всех паводков того же периода.

7.3.2 При отсутствии данных распределения стока воды по гидрологическим периодам и среднесуточных расходов допускается использовать в качестве расчетных периодов месяцы, кварталы, годы и т.п.

7.3.3 Расчет за многолетний период производят суммированием количеств перенесенных загрязняющих веществ за годовые периоды.

7.3.4 При малом количестве отбираемых в течение года проб расчет переноса загрязняющих веществ за многолетний период допускается производить суммированием количеств перенесенного вещества за многолетние внутригодовые расчетные периоды, получаемые, согласно формуле (1), путем умножения средних арифметических концентраций вещества за внутригодовые периоды всех лет на соответствующий суммарный сток воды.

7.3.5 Средние многолетние значения переноса загрязняющих веществ получают делением количеств перенесенных веществ за многолетний период на число лет в расчетном периоде.

7.3.6 Для расчета трансграничного переноса загрязняющих веществ используют показатели, измеряемые в пункте наблюдений и полученные расчетным путем.

Из измеряемых показателей рассчитывают перенос главных ионов, биогенных веществ, тяжелых металлов, пестицидов, нефтепродуктов и других загрязняющих воду веществ.

Из рассчитываемых показателей используют общее содержание органических веществ, минерализацию и общий фосфор.

Концентрацию органических веществ определяют путем умножения значений химического потребления кислорода (бихроматной окисляемости) на коэффициент пересчета, равный 0,75. При отсутствии данных о бихроматной окисляемости можно использовать для расчета результаты определения перманганатной окисляемости. Для этого значения перманганатной окисляемости предварительно переводят в значения содержания органического углерода (с помощью соответствующих коэффициентов пересчета - см. табл.1) [32], а затем умножают на 2,0.

Таблица 1 - Коэффициенты пересчета значений перманганатной окисляемости в значения содержания органического углерода

Характеристика района применения	Половодье	Межень	Год
Широтные зоны			
Тундра, лесотундра, тайга, смешанные леса	0,87	0,99	0,95
Широколиственные леса, лесостепь	0,95	1,12	1,06
Степь	1,10	1,30	1,22
Пустыня и полупустыня	-	-	1,30
Высотная поясность			
Тундрово-таежная и лесо-луговая с гольцами	0,96	1,30	1,18
Субтропическая и пустынная	-	-	1,43

Минерализация воды рассчитывается как сумма ионов: главных - хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов кальция, магния, натрия, калия, - а также прочих (нитратов, фосфатов и др.),

если их содержание превышает 0,1 мг/л.

Содержание общего фосфора измеряют не всегда. Чаще измеряют в воде концентрацию минерального фосфора, которую можно пересчитать в концентрацию общего фосфора с использованием коэффициентов: 2,0 для рек бассейнов Северного Ледовитого океана, Тихого океана и Балтийского моря и 3,0 для рек бассейнов Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей и бессточных районов Казахстана и Средней Азии. Рекомендуется уточнить значения коэффициентов путем параллельного определения концентрации фосфора общего и минерального. В случае измерения содержания общего фосфора для расчета его переноса используют измеренные значения.

7.3.7 Оценку переноса загрязняющих веществ проводят по количеству перенесенного вещества (тыс. т) за расчетный период и путем сравнения количеств перенесенного вещества за различные расчетные периоды. Наибольший интерес представляет сравнение средних многолетних характеристик. Разность в количестве перенесенных веществ за различные периоды, рассчитанная по формуле (17), дает антропогенную составляющую трансграничного переноса.

7.3.8 Выявленное значение трансграничного переноса загрязняющего вещества следует сопровождать оценкой относительной погрешности, рассчитываемой по формуле (4).

7.3.9 Пример расчета трансграничного переноса вещества и оценки погрешности приведен в приложении В, антропогенной составляющей - в приложении Г.

Результаты расчета помещают в таблицы (приложение Д).

7.3.10 Помимо переноса загрязняющих веществ можно рассчитывать также перенос взвешенных наносов, определяемых на гидропостах в составе гидрологических показателей. Расчеты выполняют по формулам (18) и (22) за конкретные годы и многолетние периоды с учетом внутригодового распределения стока по фазам водного режима.

Результаты помещают в таблицы (приложение Е).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(справочное)

Термины, используемые в методических указаниях, и определения

Термин	Определение
Трансграничные воды	Поверхностные и подземные воды, которые обозначают, пересекают границы между двумя или более государствами или расположены на таких границах; в тех случаях, когда трансграничные воды впадают непосредственно в море, пределы таких трансграничных вод ограничиваются прямой линией, пересекающей их устье между точками, расположенными на линии малой воды на их берегах [1]
Водный объект	Сосредоточение природных вод на поверхности суши либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима (ГОСТ 19179)
Поверхностные воды	Воды, находящиеся на поверхности суши в виде различных водных объектов (ГОСТ 19179)
Река	Водоток значительных размеров, питающийся атмосферными осадками со своего водосбора и имеющий четко выраженное русло (ГОСТ 19179)
Водоток	Водный объект, характеризующийся движением воды в направлении уклона в углублении земной поверхности (ГОСТ 19179)
Водоем	Водный объект в углублении суши, характеризующийся замедленным движением воды или полным его отсутствием. Примечание. Различают естественные водоемы, представляющие собой природные скопления воды во впадинах, и искусственные водоемы - специально созданные скопления воды в искусственных или естественных углублениях земной поверхности (ГОСТ 19179)
Экологический мониторинг	Система регламентированных наблюдений с установленным пространственным, временным и компонентным разрешением, оценки и прогнозирования состояния природной среды и природных ресурсов, а также источников антропогенного воздействия
Сеть пунктов наблюдений	Совокупность пунктов наблюдений конкретного вида, построенная по научно обоснованному принципу
Пункт наблюдений за состоянием поверхностных вод суши	Место на водоеме или водотоке, в котором производят комплекс работ для получения данных о составе и свойствах воды, предназначенных для последующего обобщения во времени и пространстве и представления обобщенной систематической информации потребителям
Створ пункта наблюдений	Условное поперечное сечение водоема или водотока, в котором производят комплекс работ для получения данных о составе и свойствах воды
Вертикаль пункта наблюдений	Условная отвесная линия от поверхности воды (или льда) до дна в водоеме или водотоке, на которой выполняют работы для получения данных о составе и свойствах воды

Горизонт пункта наблюдений	Место на вертикали (по глубине), на котором производят комплекс работ для получения данных о составе и свойствах воды
Источник загрязнения	Источник, вносящий в водные объекты загрязняющие воду вещества, микроорганизмы или тепло (ГОСТ 27065)
Загрязняющее воду вещество, загрязняющее вещество	Вещество в воде, вызывающее нарушение норм качества воды (ГОСТ 17.1.1.01)
Загрязненность вод	Содержание в воде загрязняющих веществ, микроорганизмов и тепла, вызывающее нарушение требований к качеству воды (ГОСТ 27065)
Качество воды	Характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования (ГОСТ 17.1.1.01)
Нормы качества воды	Установленные значения показателей качества воды по видам водопользования (ГОСТ 27065)
Состояние водного объекта	Характеристика водного объекта по совокупности его количественных и качественных показателей применительно к видам водопользования. Примечание. К количественным и качественным показателям относятся: расход воды, скорость течения, глубина водного объекта, температура воды, рН, БПК ₅ и др. (ГОСТ 17.1.1.01)
Водопользование	Использование водных объектов для удовлетворения любых нужд населения и народного хозяйства (ГОСТ 17.1.1.01)
Сточные воды	Воды, отводимые после использования в бытовой и производственной деятельности человека (ГОСТ 17.1.1.01)
Объемный расход воды, расход воды	Объем воды, протекающий через живое сечение потока в единицу времени (ГОСТ 19179)
Объем стока	Объем воды, стекающий с водосбора за какой-либо интервал времени (ГОСТ 19179)
Наносы	Твердые частицы, образованные в результате эрозии водосборов и русел, а также абразии берегов водоемов, переносимые водотоками, течениями в озерах, морях и водохранилищах, и формирующие их ложе (ГОСТ 19179)
Взвешенные наносы	Наносы, переносимые водным потоком во взвешенном состоянии (ГОСТ 19179)
Мутность воды	Весовое содержание взвешенных наносов в единице объема смеси воды с наносами (ГОСТ 19179)
Трансграничное воздействие	Любые значительные вредные последствия, возникающие в результате антропогенного изменения состояния трансграничных вод источником, расположенным полностью или частично на территории сопредельного государства, для окружающей среды на территории другого сопредельного государства

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(справочное)

**Пример планирования наблюдений для определения
трансграничного переноса аммонийного азота рекой Северский Донец с территории
России на территорию Украины**

Б.1 На р.Северский Донец до 1994 г. ближайшим к границе, расположенным примерно в 25 км от нее, являлся пункт Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) категории III - г.Белгород, в котором наблюдения проводило подразделение Управления по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Центральных черноземных областей (УГМС ЦЧО) Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. В пункте, согласно [3], обеспечивался 7-12-разовый отбор проб для определения в них показателей программ сокращенной 3 и обязательной.

В районе пункта наблюдений располагался гидрологический пост р.Северский Донец - с.Дальние Пески, который обеспечивал наблюдения за уровнями и расходами воды.

В пункте было установлено три створа наблюдений, из которых ближе к границе расположен третий - "7,6 км ниже г.Белгород, автодорожный мост". В створе действовала одна вертикаль, на которой пробу воды отбирали у поверхности. Указанная выше периодичность наблюдений установлена после создания ГСН, а в более ранний период (до 1977-1980 гг.) она ниже. В 6 км выше створа расположен гидрологический пост.

Б.2 Результаты проведенных наблюдений позволяют без дополнительных работ выполнить расчет планирования наблюдений для оценки трансграничного переноса загрязняющих веществ рекой Северский Донец. Расчет выполнен на примере аммонийного азота.

Последовательность расчета трансграничного переноса аммонийного азота рекой Северский Донец и его относительной погрешности приведена в приложении В.

Относительная погрешность определения переноса аммонийного азота за год при 14-разовом отборе одной пробы воды в сечении реки составила 18%, что ниже погрешности, характерной для рек России (20-60%). Это свидетельствует о том, что периодичность проводимых наблюдений с целью определения переноса аммонийного азота в данном пункте достаточна.

При необходимости, руководствуясь соображениями экономического и организационного порядка, можно, увеличив относительную погрешность определения переноса аммонийного азота, сократить количество отборов проб воды.

Например, необходимо спланировать программу наблюдений на р.Северский Донец, исходя из того, что относительная погрешность переноса не должна превышать 30%. Сток воды в указанном створе реки определяют с относительной погрешностью 10%. Характеристики изменчивости концентрации аммонийного азота v_B и v_C приведены в приложении В.

Б.2.1 По формуле (19) определена допустимая относительная погрешность расчета средней концентрации аммонийного азота за расчетный период:

$$S_K = \sqrt{S_G^2 - S_W^2} = \sqrt{0,30^2 - 0,10^2} = 0,283 = 28,3\%.$$

Б.2.2 Необходимое количество отборов проб воды за расчетный период вычислено по формуле (20):

$$n = \left(v_B^2 + v_C^2 / k \right) / S_K^2 .$$

При отборе одной пробы воды в сечении реки:

$$n_{\text{полл}} = (0,541^2 + 0,25^2 / 1) / 0,283^2 = 4,4 \approx 5 ;$$

$$n_{\text{меж}} = (0,578^2 + 0,25^2 / 1) / 0,283^2 \approx 5 .$$

Б.2.3 В том случае, когда из соображений экономического порядка необходимо сократить периодичность наблюдений, планируемое количество отборов проб в сечении реки можно определить, задавая значения n , по формуле (21):

$$k = v_C^2 / \left(n \cdot S_K^2 - v_B^2 \right);$$

$$k_{\text{полл}} = 0,25^2 / (4 \cdot 0,283^2 - 0,541^2) = 2,31 \approx 3;$$

$$k_{\text{меж}} = 0,25^2 / (5 \cdot 0,283^2 - 0,578^2) = 0,95 \approx 1 .$$

Б.2.4 Таким образом, для определения трансграничного переноса аммонийного азота р.Северский Донец с 30%-ной погрешностью достаточно выполнить отбор одной пробы воды в сечении реки 5 раз в объединенный период половодья и паводков и 5 раз в период межени или отбор четырех проб в сечении реки 3 раза в период половодья и пяти проб в сечении реки 1 раз в период межени.

Б.2.5 Аналогичный расчет следует сделать для всех определяемых загрязняющих веществ и подобрать оптимальный вариант отбора проб воды в пункте.

Б.3 Планирование наблюдений позволит более равномерно распределить отбор проб воды по внутригодовым расчетным периодам и с большей точностью оценить объем трансграничного переноса веществ.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(справочное)

**Пример расчета трансграничного переноса аммонийного азота
рекой Северский Донец с территории России на территорию Украины и оценка
погрешности расчета**

В.1 В створе р.Северский Донец в пункте г.Белгород в 1984 г. было выполнено 14 отборов проб воды: 4 - за объединенный период половодья и паводков и 10 - за период межени. Объем стока за период половодья составил $0,082 \text{ км}^3$, за период межени - $0,122 \text{ км}^3$. Отбор проб воды в сечении реки проводился в одной точке.

В.2 По результатам наблюдений определена средняя арифметическая концентрация аммонийного азота за объединенные периоды половодья и паводков и период межени по формуле (7)

$$\bar{C} = \frac{\sum \bar{C}_j}{n};$$

$$C_{\text{полл}} = \frac{0,32 + 0,40 + 1,05 + 0,68}{4} = 0,61 \text{ (мг/л)};$$

$$C_{\text{меж}} = \frac{1,00 + 0,44 + 1,50 + 0,72 + 0,41 + 0,64 + 0,35 + 0,62 + 0,52 + 0,22}{10} = 0,64 \text{ (мг/л)}.$$

В.3 Значения трансграничного переноса аммонийного азота рекой за указанные периоды рассчитаны по формуле (1), а затем путем суммирования получен перенос за год.

$$G = \sum_{i=1}^m W_i \bar{C}_i;$$

$$G_{\text{полл}} = 0,082 \cdot 0,61 = 0,05 \text{ (тыс. т)};$$

$$G_{\text{меж}} = 0,122 \cdot 0,64 = 0,78 \text{ (тыс. т)};$$

$$G_{\text{год}} = 0,05 + 0,78 = 0,128 \text{ (тыс. т)}.$$

В.4 Затем определена относительная погрешность расчета трансграничного переноса аммонийного азота рекой, которая складывается из относительной погрешности определения стока воды, средней относительной погрешности единичного определения концентрации вещества в сечении реки и средней относительной погрешности временного ряда средних концентраций вещества в сечении реки за отдельные временные периоды и за год в целом.

В.4.1 Средняя относительная погрешность единичного определения концентрации аммонийного азота в сечении реки при отборе одной пробы на основании формулы (10) равна относительной погрешности метода анализа:

$$v_c = \sqrt{v_a^2}.$$

Относительная погрешность метода анализа (v_a) аммонийного азота для рассматриваемого интервала концентраций принята 25%. Таким образом

$$v_{c \text{ полл}} = v_{c \text{ меж}} = \sqrt{0,25^2} = 0,25.$$

В.4.2 Среднеквадратическое отклонение (σ_B) временного ряда средних концентраций аммонийного азота в сечении реки рассчитано по формуле (9)

$$\sigma_B = \pm \sqrt{\frac{\sum (\bar{C}_j - \bar{C})^2}{n-1}};$$

$$\sigma_{B \text{ полл}}^2 = \frac{(0,32 - 0,61)^2 + (0,40 - 0,61)^2 + (1,05 - 0,61)^2 + (0,68 - 0,61)^2}{4-1} = 0,108;$$

$$\sigma_{B \text{ полл}} = \pm \sqrt{0,108} = \pm 0,33 \text{ (мг/л)};$$

$$\begin{aligned} \sigma_{B \text{ меж}}^2 &= \frac{(1,00 - 0,64)^2 + (0,44 - 0,64)^2 + (1,50 - 0,64)^2}{10-1} + \\ &\frac{(0,72 - 0,64)^2 + (0,41 - 0,64)^2 + (0,64 - 0,64)^2}{10-1} + \\ &\frac{(0,35 - 0,64)^2 + (0,62 - 0,64)^2 + (0,52 - 0,64)^2 + (0,22 - 0,64)^2}{10-1} = 0,136 \end{aligned}$$

$$\sigma_{B \text{ меж}} = \pm \sqrt{0,136} = \pm 0,37 \text{ (мг/л)}.$$

В.4.3 Средняя относительная погрешность временного ряда средних концентраций аммонийного азота в сечении реки за расчетные периоды вычислена по формуле (6)

$$v_B = \frac{\sigma_B}{\bar{C}};$$

$$v_{B \text{ полл}} = \frac{0,33}{0,61} = 0,541;$$

$$v_{B \text{ меж}} = \frac{0,37}{0,64} = 0,578.$$

В.4.4 Относительная погрешность определения средней концентрации аммонийного азота за расчетные периоды вычислена по формуле (5)

$$S_{K_i} = \sqrt{\frac{1}{n} \left(v_B^2 + \frac{v_C^2}{k} \right)};$$

$$S_{K_i \text{ полл}} = \sqrt{\frac{1}{4} (0,25^2 + 0,541^2)} = 0,297;$$

$$S_{K_i \text{ меж}} = \sqrt{\frac{1}{10} (0,25^2 + 0,578^2)} = 0,199.$$

В.4.5 Относительная погрешность определения трансграничного переноса аммонийного азота рекой за расчетные периоды вычислена по формуле (4)

$$S_{G_i} = \sqrt{S_{W_i}^2 + S_{K_i}^2}.$$

В данном примере относительная погрешность определения стока воды составляет 10%, следовательно

$$S_{G_i \text{ полл}} = \sqrt{0,10^2 + 0,297^2} = 0,315 = 31,5 (\%);$$

$$S_{G_i \text{ меж}} = \sqrt{0,10^2 + 0,199^2} = 0,223 = 22,3 (\%).$$

Погрешность определения трансграничного переноса аммонийного азота рекой Северский Донец с территории России на территорию Украины за расчетные периоды в абсолютном выражении вычислена по формуле (14)

$$\Delta G_i = \pm G_i S_{G_i};$$

$$\Delta G_{i \text{ полл}} = \pm 0,05 \cdot 0,315 = \pm 0,016 \text{ (тыс. т);}$$

$$\Delta G_{i \text{ меж}} = \pm 0,078 \cdot 0,223 = \pm 0,017 \text{ (тыс. т).}$$

Погрешность определения переноса аммонийного азота за год в абсолютном выражении вычислена по формуле (15):

$$\Delta G_{\text{год}} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \Delta G_i^2} = \sqrt{0,016^2 + 0,017^2} = 0,023 \text{ (тыс. т).}$$

Погрешность определения переноса аммонийного азота за год в относительном выражении рассчитана по формуле (16):

$$S_{G_{\text{год}}} = \frac{\Delta G_{\text{год}}}{G_{\text{год}}} \cdot 100 = \frac{0,023}{0,128} \cdot 100 = 18,0 (\%).$$

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(справочное)

Пример расчета антропогенной составляющей трансграничного переноса аммонийного азота рекой Северский Донец с территории России на территорию Украины

Г.1 При расчете антропогенной составляющей трансграничного переноса аммонийного азота рекой Северский Донец в пункте г.Белгород было выделено несколько периодов: 1966-1970 гг. (I), 1971-1975 гг. (II), 1976-1980 гг. (III), 1981-1985 гг. (IV). В качестве относительного гидрохимического фона выбран I период.

Г.2 По данным гидрологических наблюдений внутри каждого периода рассчитан объем стока воды за объединенные периоды половодья и паводков и периоды межени за каждый год по формуле (22):

$$W = 864 \cdot 10^{-7} \sum Q.$$

Г.3 По результатам гидрохимических наблюдений по формуле (7) определена средняя арифметическая концентрация аммонийного азота за соответствующие расчетные периоды:

$$\bar{c} = \frac{\sum \bar{C}_j}{n}.$$

Г.4 Расчет переноса органических веществ за год выполнен по формуле (1)

$$G = \sum_{i=1}^m W_i \bar{C}_i.$$

Путем суммирования годовых объемов переноса аммонийного азота определен перенос за каждый выделенный период и затем рассчитаны средние многолетние годовые значения переноса указанных веществ.

Г.5 Антропогенная составляющая трансграничного переноса аммонийного азота рекой Северский Донец рассчитана по формуле (17):

$$G_{a.c} = G_p - K_b G_{\Phi}.$$

Характеристики, необходимые для расчета антропогенной составляющей трансграничного переноса аммонийного азота и значения антропогенной составляющей за отдельные временные периоды, приведены в таблице Г.1.

Таблица Г.1 - Антропогенная составляющая трансграничного переноса аммонийного азота рекой Северский Донец с территории России на территорию Украины

Период наблюдений	Средний годовой сток воды за многолетний период, км ³	Среднегодовое количество перенесенного аммонийного азота за многолетний период, тыс. т	Антропогенная составляющая	
			тыс. т	%
1966-1970 (I)	0,241	0,45	-	-
1971-1975 (II)	0,149	0,55	0,272	49

1976-1980 (III)	0,210	0,25	-0,142	57
1981-1985 (IV)	0,268	0,22	-0,280	127

$$G_{a.c II} = 0,55 - \frac{0,149}{0,241} \cdot 0,45 = 0,272 \text{ (тыс. т);}$$

$$G_{a.c III} = 0,25 - \frac{0,21}{0,241} \cdot 0,45 = -0,142 \text{ (тыс. т);}$$

$$G_{a.c IV} = 0,22 - \frac{0,268}{0,241} \cdot 0,45 = -0,280 \text{ (тыс. т).}$$

Антропогенная составляющая переноса аммонийного азота рекой за рассмотренные временные периоды изменялась от 0,272 до -0,280 тыс. т. Полученные результаты свидетельствуют о том, что в течение 1971-1975 гг. антропогенная составляющая переноса аммонийного азота была наиболее высокой, а с 1976-1985 гг. отчетливо наметились тенденции к ее уменьшению.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д
(обязательное)

Формы для занесения результатов расчета трансграничного переноса загрязняющих веществ реками

Таблица Д.1 - Трансграничный перенос растворенных веществ реками

Река	Пункт наблюдений	Период расчета, годы	Объем стока воды, км ³	Количество перенесенных веществ за период расчета														
				органических веществ, 10 ³ т	сульфатов, 10 ³ т	хлоридов, 10 ³ т	суммы ионов, 10 ³ т	азота аммонийного, 10 ³ т	азота нитритного, 10 ³ т	азота нитратного, 10 ³ т	фосфора, 10 ³ т	кремния, 10 ³ т	железа общего, 10 ³ т	нефтепродуктов, 10 ³ т	меди, т	цинка, т	никеля, т	прочих веществ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19

Примечания:

1. Реки группируют по границам с сопредельными государствами.

2. Пункты наблюдений, расположенные на реках, притекающих к границе Российской Федерации, в графе 2 отмечают знаком "+", вытекающих - знаком "-".

3. Суммарный перенос веществ рассчитывают суммированием значений переноса по притоку (+) и оттоку (-).

Таблица Д.2 - Антропогенная составляющая трансграничного переноса растворенных веществ реками

Рек а	Пункт наблю - дений	Перио д сравне - ния, годы	Период расчета , годы	Значение антропогенной составляющей за период расчета													
				органи- ческие вещест - ва, 10^3 т	суль- фаты , 10^3 т	хло- риды , 10^3 т	сумма ионов , 10^3 т	азот аммо - ний- ный, 10^3 т	азот нитрит - ный, 10^3 т	азот нитрат - ный, 10^3 т	фос- фор , 10^3 т	крем - ний, 10^3 т	желез о общее , 10^3 т	нефте- продук - ты, 10^3 т	медь , т	цинк , т	прочих вещест в
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18

Примечания:

1. Реки группируют по границам с сопредельными государствами.

2. Пункты наблюдений, расположенные на реках, притекающих к границе Российской Федерации, в графе 2 отмечают знаком "+", вытекающих - знаком "-".

Приложение Е
(обязательное)

Формы для занесения результатов расчета трансграничного переноса воды и взвешенных наносов реками

Таблица Е.1 - Трансграничный перенос воды за _____ г.

Река, пункт	Площадь водосбора, км ²	Средние характеристики стока воды							
		половодье				паводок (наибольший)			
		даты начала- окончания	продолжи- тельность, сут	расход воды, м ³ /с	объем стока воды, 10 ⁶ м ³	даты начала- окончания	продолжите льность, сут	расход воды, м ³ /с	объем стока воды, 10 ⁶ м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Продолжение таблицы Е1

Средние характеристики воды									
летняя межень				зимняя межень				год	
даты начала- окончания	продол- житель- ность, сут	расход воды, м ³ /с	объем стока воды, 10 ⁶ м ³	даты начала- окончания	продол- житель- ность, сут	расход воды, м ³ /с	объем стока воды, 10 ⁶ м ³	расход воды, м ³ /с	объем стока воды, 10 ⁶ м ³
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Примечания:

1. Исходными материалами для составления таблицы служат данные, помещенные в [22, табл.1.3].
2. При отсутствии на реке измерений расходов воды сток воды рассчитывают с помощью рек-аналогов; реки аналоги отмечают в графе 1 значком "※".
3. Расход воды следует приводить в кубических метрах в секунду с точностью до трех значащих цифр.
4. Реки группируют по границам с сопредельными государствами.
5. Объемы стока рек, притекающих к границе Российской Федерации, в графе 2 отмечают знаком "+", вытекающих - знаком "-".
6. Суммарный перенос рассчитывают суммированием соответствующих значений для всех участков рек, относящихся к границе с сопредельным государством.

Таблица Е.2 - Трансграничный перенос взвешенных наносов за _____ г.

Река, пункт	Площадь водосбора, км ²	Средние характеристики стока наносов														
		половодье			паводок			летняя межень			зимняя межень			год		
		мутность воды, г/м ³	расход наносов, кг/с	масса наносов, 10 ³ т	мутность воды, г/м ³	расход наносов, кг/с	масса наносов, 10 ³ т	мутность воды, г/м ³	расход наносов, кг/с	масса наносов, 10 ³ т	мутность воды, г/м ³	расход наносов, кг/с	масса наносов, 10 ³ т	мутность воды, г/м ³	расход наносов, кг/с	масса наносов, 10 ³ т
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

Примечания:

1. Исходными материалами для составления таблицы служат данные, помещенные в табл.1.9 и 1.10 ЕДС и в табл.Е.1.
2. Значения в таблице приводят с округлением до двух значащих цифр, но не точнее 0,001 кг/с и 0,1 г/с для расхода наносов; $0,01 \cdot 10^3$ т и 0,1 т для массы наносов; $0,01 \text{ г/м}^3$ для мутности воды.
3. Реки-аналоги отмечают в графе 1 знаком "*".
4. Значения массы наносов рек, втекающих на территорию Российской Федерации, приводят со знаком "+", вытекающих - со знаком "-".
5. Реки группируют по участкам границам с сопредельными государствами.

Таблица Е.3 - Оценка водности (K_1) и интенсивности стока наносов (K_2) рек приграничных районов Российской Федерации

Река, пункт	Средние годовые за отчетный год		Средние годовые за многолетний период		Коэффициенты	
	объем стока воды, 10^6 м^3	масса наносов, 10^3 т	объем стока воды, 10^6 м^3	масса наносов, 10^3 т	K_1	K_2
1	2	3	4	5	6	7

Примечания:

1. Реки группируют по границам с сопредельными государствами.
2. Реки-аналоги отмечают в графе 1 знаком "*".
3. Значения объема стока воды и массы наносов рек, втекающих на территорию Российской Федерации, приводят со знаком "+", вытекающих - со знаком "-".
4. Суммарный перенос воды и наносов рассчитывают как арифметическую сумму притока (+) и оттока (-).

5. Коэффициент K_1 определяют делением данных графы 2 на данные графы 4, коэффициент K_2 - данных графы 3 на данные графы 5.

Таблица Е.4 - Статистические характеристики годового стока воды (Q) и наносов (P_s) для рек приграничных районов Российской Федерации

Река, пункт	Пло- щадь водо- сбора, км ²	Период наблю- дений стока $\frac{Q}{P_s}$	Средний много- летний расход $\frac{Q \text{ м}^3/\text{с}}{P_s \text{ кг/с}}$	Коэффи- циент вариации расходов $\frac{C_{vQ}}{C_{vP_s}}$	Коэффи- циент асим- метрии расходов $\frac{C_{sQ}}{C_{sP_s}}$	Расходы Q/P_s обеспеченностью						
						1%	5%	10%	20%	50%	95%	тенденция изменения стока воды / наносов
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Примечания:

1. Значения характеристик в таблице даются в виде дроби: числитель - сток воды, знаменатель - сток наносов. Таблица составляется 1 раз в 5 лет.

2. Средние годовые расходы воды и наносов за многолетний период, коэффициенты изменчивости и коэффициенты асимметрии, значения годового стока воды и наносов различных вероятностей превышения вычисляются в соответствии с рекомендациями СНиП 2.01.14-83* [34] и Указаниями по расчету стока наносов ВСН-73 [35].

3. Тенденции изменения стока воды и наносов под воздействием антропогенных факторов вычисляются в процентах как частное от деления разности между стоком воды (наносов) при измененном и естественном режимах к стоку воды (наносов) при естественном режиме.

* Отменены. Действует СП 33-101-2003. - Примечание "КОДЕКС".

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж
(справочное)

Библиография

- [1] Конвенция по охране и использованию трансграничных водотоков и международных озер. Хельсинки. 17 марта 1992 г. - ООН, 1992. - 23 с.
- [2] РД 52.04.107-86. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.1.
- [3] РД 52.24.309-92. Методические указания. Охрана природы. Гидросфера. Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Роскомгидромета.
- [4] Временные методические рекомендации по расчету выноса органических, биогенных веществ, пестицидов и микроэлементов речным стоком. - М.: Гидрометеоиздат, 1983. - 31 с.
- [5] Методические рекомендации по обоснованию системных наблюдений и расчету выноса с речным стоком нефтепродуктов. - Л.: Гидрометеоиздат, 1990. - 19 с.
- [6] МИ 1759-87. Методические указания. Государственная система обеспечения единства измерений. Расход воды на реках и каналах. Методика выполнения измерений методом "скорость-площадь".
- [7] Справочник по гидрохимии. - Л.: Гидрометеоиздат, 1989. - С.56-63.
- [8] Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.7. - Ч.1. - Л.: Гидрометеоиздат, 1973. - 476 с.
- [9] Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып.6. - Ч.1. - Л.: Гидрометеоиздат, 1978. - 384 с.
- [10] МС ИСО 5667/2-82. Качество воды. Отбор проб. Ч.2. Руководство по методам отбора проб.
- [11] МС ИСО 5667/3-85. Качество воды. Отбор проб. Ч.3. Руководство по хранению и обработке проб.
- [12] МС ИСО 5667/4-87. Качество воды. Отбор проб. Ч.4. Руководство по отбору проб из природных и искусственных озер.
- [13] МС ИСО 5667/6-90. Качество воды. Отбор проб. Ч.6. Руководство по отбору проб в реках и ручьях.
- [14] Временные методические указания гидрометеорологическим станциям и постам по отбору, подготовке проб воды и грунта на химический и гидробиологический анализ и проведению анализа первого дня. - М.: Гидрометеоиздат. 1983. - 27 с.
- [15] Р 52.24.353-94. Рекомендации. Отбор проб поверхностных вод суши и очищенных сточных вод.
- [16] Методические рекомендации по изучению стока наносов на реках с малой мутностью. - Л.: Гидрометеоиздат, 1984.
- [17] РД 52.08.104-86*. Система стандартизации Роскомгидромета. Инструкция.

Методика определения мутности воды.

* Отменен. Действует РД 52.08.104-2002 Методические указания. Мутность воды. Методика выполнения измерений. - Примечание "КОДЕКС".

[18] Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. - Л.: Гидрометеиздат, 1977. - 541 с.

[19] Руководство по методам гидробиологического анализа вод и донных отложений. - Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 239 с.

[20] Временные методические указания. Биоиндикация качества поверхностных вод. Сер.1. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 64 с.

[21] Методы биоиндикации и биотестирования природных вод. Вып.2 - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - С.185-210.

[22] Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т.І, вып.1-26; Т.ІІ, вып.1-3; Т.ІІІ-V, вып.1-4; Т.VІ-XV. Обнинск. ВНИИГМИ-МЦД, 1987-19...

[23] МС ИСО 6341-89. Качество воды. Определение угнетения подвижности *Daphnia Magna* Straus (Cladocera, Crustacea).

[24] Р 52.24-94. Рекомендации. Методы токсикологической оценки загрязнения пресноводных экосистем.

[25] РД 52.24.267-85. Методические указания. Метрологическая аттестация методик выполнения измерений содержания компонентов проб поверхностных вод суши.

[26] МИ 858-85. Методические указания. Метрологическое обеспечение контроля окружающей среды. Аттестованные смеси веществ. Основные положения.

[27] ПР 50.2.006-94. ГСИ. Порядок проведения поверки средств измерения.

[28] ПР 50.2.009-94. ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений.

[29] РД 52.24.268-86 Методические указания. Система контроля точности результатов измерений показателей загрязненности контролируемой среды.

[30] Правила охраны поверхностных вод (типовые положения) / Госкомприрода СССР. - М., 1991. - 34 с.

[31] Обобщенный перечень предельнодопустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды рыбохозяйственных водоемов / Минздрав СССР. - М., 1990. - 44 с.

[32] СанПиН N 4630-86*. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод суши от загрязнения.

* Действуют СанПиН 2.1.5.980-00. - Примечание "КОДЕКС".

[33] Мальцева А.В., Тарасов М.Н., Смирнов М.П. Сток органических веществ с территории СССР // Гидрохимические материалы. Т.102. - Л.: Гидрометеиздат, 1987. - 112 с.

[34] Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик. Л.: Гидрометеоздат, 1984, 448 с.

[35] Указания по расчету стока наносов. ВСН 01-73. Л.: Гидрометеоздат, 1974, 29 с.

Текст документа сверен по:
/ Федеральная служба России
по гидрометеорологии и мониторингу
окружающей среды. - СПб: Гидрометеоздат, 1999