

Д. Н. Вахов, И. Г. Соловьев
**Вопросы группового нормирования сбросов
в поверхностные водные объекты
в районах нефтедобычи Тюменского Севера**

Рассмотрена гидрохимическая модель водотока, учитывающая главные фонообразующие и антропогенные факторы загрязнения водной среды, прежде всего вследствие загрязнения прилегающих зон водосбора. Приведенная модель является инструментально-методической основой решения задач группового нормирования сбросов, а также комплексного нормирования загрязнений окружающей среды на территории, приуроченной к водотоку.

Введение

Вопросы группового нормирования сбросов в водотоки остаются актуальными и по сей день, особенно для районов с интенсивной антропогенной нагрузкой, к которым относятся обширные территории разработки и эксплуатации нефтегазовых месторождений Западной Сибири.

Анализ состояния вопроса в этой области, начиная с рекомендаций Харьковской методики 1990 года [6] и заканчивая утвержденными Министерством природных ресурсов (МПР) методическими указаниями 1999 года [7–9], свидетельствует, что собственно правила группового нормирования так и остаются не проявленными. Имеющиеся разработки и программы не находят значимого применения в практике управления.

Первые попытки разобраться в проблеме приводят нас к центральному вопросу: *что представляет собой решение задачи группового нормирования?* Ответ на данный вопрос не столь тривиален, как кажется.

Схемы группового нормирования должны устанавливать связи между числом выпусков, допустимыми сбросами по выпускам и взаимным их расположением вдоль водотока.

Первая проблема возникает при появлении новых заявок на сброс в условиях действия распределенных лимитов группы.

Если следовать главной идее, то новые участники группы могут повлиять на допустимые нормы сбросов по ранее выданным разрешениям. Создаются неприемлемые для водопользователей «скрытые правила игры». Не располагая полной информацией о всех заявках на сбросы, субъект не в состоянии корректно отстаивать свои заявки, оценивая законность выданных квот. А при появлении новых заявителей ранее данные разрешения вдруг пересматриваются в сторону уменьшения.

В данной связи первейшими вопросами правового обеспечения задач группового нормирования являются:

- период действия групповых квот;
- условия и правила расширения участков группы при появлении новых заявок без изменения ранее выданных квот;
- правила плановых и внеплановых пересмотров квот группы;
- объем и вид начальной информации, предоставляемой территориальными органами управления потенциальным водопользователям при согласовании суммарных и распределенных квот на сбросы.

Уже поставленные вопросы свидетельствуют, что регламент управления в режиме коллективного водопользования существенно отличается от действующей схемы нормирования сбросов для единичных выпусков, где разработка проектов лимитов (их защита в органах госэкспертизы) лежит целиком на заявителе. В новых условиях территориальные органы МПР должны обеспечивать исполнение вышеназванных форм управления коллективного водопользования, в том числе определять и утверждать суммарные предельно допустимые нормы нагрузки, распределять квоты, представлять исходные данные всем потенциальным заявителям.

Готовы ли органы управления на местах сопровождать указанные, несомненно, более сложные функции и чем в этом случае они должны быть обеспечены?

Математическая модель

Рассмотрим одну из возможных схем решения задач группового нормирования сбросов в водотоки.

В основе технологии подобного типа лежит математическая модель миграции примесей в водной среде [4]. Точностные характеристики разрабатываемого инструмента нормирования (разрешающая способность метода) закладываются пространственной схематизацией [5]. Если исследуемый участок водотока, приуроченный к территории города, месторождения или промышленно осваиваемой территории, разбить на сегменты (камеры) $i = \overline{1, n}$, а состояние (качество) водной среды оценивать через осредненные значения

концентраций загрязняющих веществ в камере $c(i, t)$, то структура кумулятивных сред модели может быть представлена следующим образом (рис. 1).

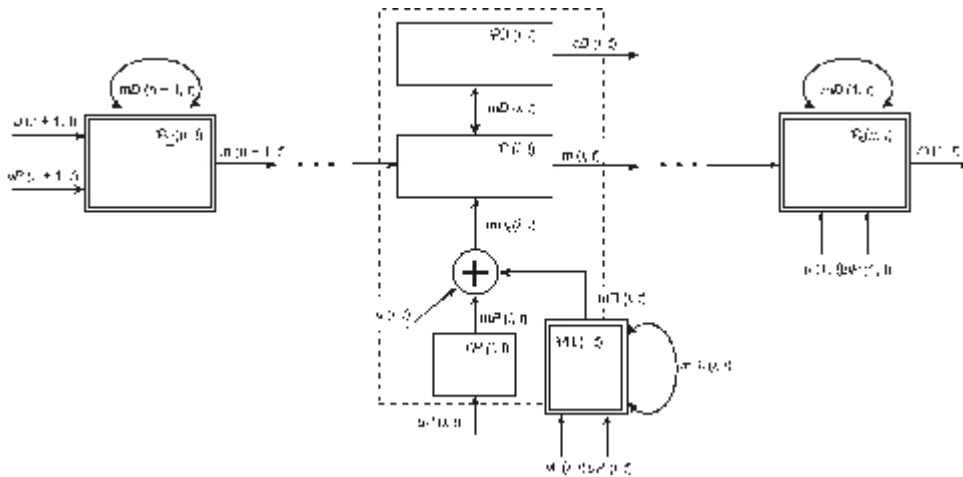


Рис. 1. Структура кумулятивных сред модели и связи между ними

$P(i, t), PD(i, t), PP(i, t), PP(i, t)$

— водная среда основного русла, поверхность ложа реки, прилегающие поверхности «интенсивного водосбора», притоки.

Механизмы поступления загрязняющих веществ в камеру: $u(i, t)$ — прямые, $mП(i, t)$ — с притоками, $mP(i, t)$ — с прилегающих площадей, $mD(i, t)$ — вторичные загрязнения, $mu(i + 1, t)$ — с «верховья»; $uP(i, t)$ — сброс на рельеф; поступление загрязняющих веществ в притоки: прямые — $uП(i, t)$, с прилегающих водосборных площадей — $uPП(i, t)$; $cD(i, t)$ — концентрация загрязняющих веществ на дне.

Потеря точности анализа в связи с переходом к осредненным переменным (не лучшее свойство камерных моделей) частично компенсируется учетом многофакторной природы источников загрязнений.

Это (см. рис. 1.):

— сбросы от промышленных предприятий и коммунальных служб города — $u(i, t)$ — прямые поступления загрязняющих веществ;

— поступления загрязняющих веществ с притоками $mП(i, t)$;

— поступления загрязняющих веществ вследствие площадного водосбора — $mP(i, t)$ — механизмы косвенного загрязнения;

— массообмен загрязняющих веществ с донно-береговыми отложениями $mD(i, t)$ — механизмы вторичных загрязнений.

Без ограничения общности остановимся на упрощенном описании режимов питания камер основного русла загрязнителями с верховья $m(n + 1, t)$ и притоков $mП(i, t)$ в виде однокамерных схем. В результате линеаризованная система дифференциальных уравнений, отражающая массообменные процессы в кумулятивных средах, приуроченных к i -й камере, может быть представлена следующим образом:

$$\begin{cases} \dot{M}(i, t) = -m(i, t) + m(i+1, t) - mT(i, t) - mD(i, t) + mU_2(i, t), \\ \dot{MD}(i, t) = -mT_D(i, t) + mD(i, t), \\ \dot{MP}(i, t) = -mP(i, t) - mT_P(i, t) + uP(i, t). \end{cases}$$

Здесь

$$mU_2(i, t) = u(i, t) + mP(i, t) + mП(i, t).$$

Массовое содержание загрязняющих веществ:

— в воде

$$M(i, t) = V(i, t) \cdot c(i, t);$$

— в донно-береговых отложениях

$$MD(i, t) = SD(i, t) \cdot cD(i, t);$$

— на поверхности водосбора

$$MP(i, t) = SP(i, t) \cdot cP(i, t).$$

Скорости миграции:

— в основном потоке и притоках

$$m(i, t) = Q(i, t) \cdot c(i, t), \quad mП(i, t) = QП(i, t) \cdot cП(i, t);$$

— сток с поверхности водосбора

$$mP(i, t) = \alpha_p(i) \cdot QP(i, t) \cdot cP(i, t),$$

где $\alpha_p(i)$ — долевого коэффициент «захвата» ЗВ стоком.

Скорость трансформации ЗВ (биохимический распад, осаждение, испарение, превращение) [1]:

— в водной среде

$$mT(i, t) = (\alpha_{Bx}(t) + \alpha_o(t)) \cdot M(i, t);$$

— на дне

$$mT_D(i, t) = (\alpha_{D_{Bx}}(t) + \alpha_{D_S}(t)) \cdot MD(i, t);$$

— на поверхности водосбора

$$mT_P(i, t) = (\alpha_{P_{Bx}}(t) + \alpha_{P_S}(t)) \cdot MP(i, t),$$

где $\alpha_{Bx}(t), \alpha_{D_{Bx}}(t), \alpha_{P_{Bx}}(t)$ — параметры скорости биохимического распада;

$\alpha_o(t), \alpha_{D_S}(t), \alpha_{P_S}(t)$ — параметры скорости осаждения, испарения, отвердевания (переход в связанное с почвогрунтами состояние).

Скорость массообменных процессов загрязняющих веществ между водной средой и донными отложениями

$$mD(i, t) = \alpha_D \cdot SD(i, t) \cdot (c(i, t) - \chi(i, t) \cdot cD(i, t)),$$

где α_D — параметр скорости диффузионных процессов;

$\chi(i, t)$ — параметр «равновесных» состояний.

Аналогичным образом описываются модели притоков.

Приведенная модель отражает главные механизмы аккумуляции, трансформации и обмена масс загрязняющих веществ, связанных с водотоком. Основной фактор нестационарности — это переменные режимы токов в русле $Q(i, t)$, притоках $QП(i, t)$, с поверхности $QP(i, t)$ и соответствующие объемы водных масс $V(i, t)$ [2]. Модель учитывает информацию о морфометрических параметрах русла — площадь смачиваемого периметра по дну $SD(i, t)$ и площадь прилегающих зон интенсивного водосбора $SP(i)$.

Информационная модель

Для пояснения технологии нормирования представим структуру водотока и прилегающих зон интенсивного водосбора в виде объекта управления (рис. 2) с вектором состояния (концентраций) воды

$$\mathbf{c}_Z(t) = [\mathbf{c}(t) \mid \mathbf{cП}(t)]^T = [c(1, t) \ \Delta \ c(n, t) \mid cП(1, t) \ \Delta \ cП(n, t)]^T,$$

осредненной загрязненности прилегающих площадей

$$\mathbf{cP}_Z(t) = [\mathbf{cP}(t) \mid \mathbf{cP}_n(t)]^T$$

и входами:

— вектор прямых сбросов в водную среду

$$\mathbf{u}_Z(t) = [\mathbf{u}(t) \mid \mathbf{uП}(t)]^T = [u(1, t) \ \Delta \ u(n, t) \mid uП(1, t) \ \Delta \ uП(n, t)]^T,$$

— поступление загрязняющих веществ на поверхность

$$\mathbf{uP}_Z(t) = [\mathbf{uP}(t) \mid \mathbf{uP}_n(t)]^T.$$

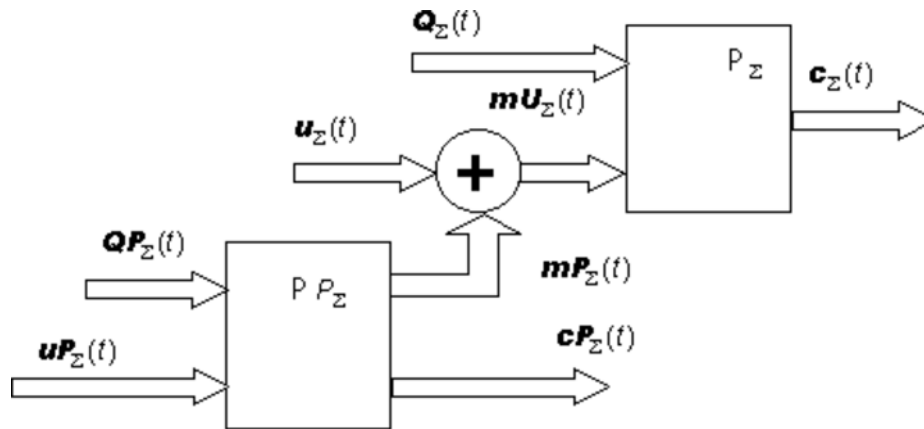


Рис. 2. Структура водотока и прилегающих зон интенсивного водосбора в виде объекта управления

Вектор $cP_z(t)$ — осредненная загрязненность прилегающих площадей; $c_z(t)$ — состояние водной среды; $u_z(t)$ — прямой сброс в воду; $mP_z(t)$ — поступление загрязняющих веществ с площадным водосбором; $uP_z(t)$ — поступление загрязняющих веществ на рельеф; $Q_z(t)$ — водность; $QP_z(t)$ —

Собственно процедура нормирования сбросов может быть представлена тремя этапами.

Этап 1. Установление желаемых норм качества воды в камерах — $c_z^*(t)$.

Тривиальное решение данной задачи соответствует условию

$$c_z^*(t) \leq \text{ПДК} \cdot [1 \text{ К } 1]^T$$

либо условиям подобного типа по главным ингредиентам. Однако вполне понятно, что устанавливать единые предельно допустимые нормы качества по всем камерам нецелесообразно. Напротив природоохранных зон нормы качества должны соответствовать доле ПДК, напротив промышленных зон можно разрешать предельные нагрузки. Кроме того, график предельно допустимых норм качества воды в камерах $c_z^*(t)$ следует корректировать с временными интервалами биохимической активности гидрофауны, уменьшая $c_z^*(t)$ в характерные периоды миграции рыбных стад. В общем случае задачу по установлению $c_z^*(t)$ следует рассматривать как экстремальную с минимизацией потерь по экологическим, экономическим и социальным показателям развития территории.

Этап 2. Вычисление суммарных квот по сбросам в камеры на основе решения обратных задач динамики. Например:

$$u_z^*(t) = P_z^{-1}(Q_z(t), c_z^*(t)) - mP_z(t)$$

Не останавливаясь на вычислительных особенностях решения данной задачи [4], отметим два важных обстоятельства:

— в приведенном выражении явно учитываются объемы поступления загрязняющих веществ с площадным водосбором $mP_z(t)$, которые можно прогнозировать согласно приведенной выше модели и нормировать, устанавливая требования к величинам поступления загрязняющих веществ на рельеф водосборных зон $uP_z(t)$. В последнем случае мы выходим на более общие вопросы комплексного нормирования загрязнения окружающей среды, приуроченной к территории водотока;

— метод расчета суммарных квот доставляет нам график предельно допустимых норм сбросов по камерам в зависимости от главных факторов: водности $Q_z(t)$, предельно допустимых норм качества $c_z^*(t)$.

Технология нормирования сбросов в водоемы с разбивкой по сезонам, месяцам или иным временным интервалам видится более гибкой и практичной.

Этап 3. Распределение (рыночная распродажа) выставленных квот на сбросы среди заявителей. Здесь важно заметить:

— выставленные на продажу квоты могут быть меньше предельно допустимых на величину резерва,

закладываемого на случай поступления дополнительных заявок в течение года;

— ранее приобретенные квоты на сбросы могут впоследствии перепродаваться или резервироваться по инициативе участников группового соглашения и под контролем уполномоченных органов управления водопользованием.

Заключение

С точки зрения авторов, сформулированные принципы и конструктивные схемы могут стать отправной точкой в развитии вопросов методического, правового, организационного и информационного обеспечения технологий группового нормирования сбросов в водотоки.

Главными задачами территориальных органов МГР в этой связи являются:

1. Разработка, обоснование и утверждение основных параметров типовой гидрохимической модели водотока, которые определяют предельно допустимые квоты суммарных сбросов по участкам. Данная информация, доведенная до всех потенциальных водопользователей, устанавливает единые нормы отношений для участников соглашения, исключая тем самым сомнительные («темные») правила «игры» на территории (необходимые условия управляемости).

2. Организация тендеров по распродаже или распределению на иных условиях выставленных квот сбросов по камерам. Утверждение годовых лимитов (программы сбросов с разбивкой по дням, неделям, месяцам, сезонам или иное) для каждого заявителя с выдачей соответствующей лицензии.

Рассмотренная гидрохимическая модель водотока учитывает главные фонообразующие факторы загрязнения водной среды, и прежде всего вследствие загрязнения прилегающих зон водосбора. Уровень и интенсивность загрязнения рельефа имеет чаще антропогенный характер и в основной доле нормируется. Это выбросы в атмосферу с последующим отложением загрязняющих веществ на поверхности, сбросы на рельеф, особенно в пределах водоохранных зон, места свалок, аварийные разливы, коммунально-бытовые загрязнения вблизи жилых зон, деревень, дачных участков и т. п.

Таким образом, приведенная модель может выступать инструментально-методической основой решения не просто задач группового нормирования сбросов, а комплексного нормирования загрязнений окружающей среды на территории, приуроченной к водотоку.

Создание гидрохимических моделей миграции примесей и их последующее использование возможно лишь посредством построения программ для персональных ЭВМ, реализующих адекватную информационно-аналитическую среду.

Постепенный переход на информационные автоматизированные технологии управления видоизменяет регламент территориального администрирования водопользованием, определяя новые требования к организационной структуре и квалификационному уровню управленческого звена.

Практика создания и эксплуатации сложных профессионально-ориентированных программных комплексов свидетельствует, что наивысший уровень КПД управления достигается в результате создания информационно-аналитических групп или центров при территориальных органах власти, в функции которых входит:

- поддержание вычислительной техники и установленных программных сред;
- сбор, обработка и хранение информации по гидрохимическим моделям территории;
- проведение плановых и оперативных расчетов по запросам территориальных служб управления.

Рассмотренная технология нормирования на базе камерных моделей водотоков хорошо систематизируется и носит общий характер. Вместе с тем ряд важных сопутствующих вопросов управления требует дальнейшего развития. Среди них:

- разработка методических указаний по распределению выпусков в пределах одной камеры в рамках выделенных на камеры квот;
- включение в гидрохимическую модель составляющих, учитывающих механизмы взаимовлияния видов загрязнений;
- частичный учет диффузных механизмов массообмена.

Следует помнить, что всякие модели представляют приближенные описания. Увеличение точности и детальности анализа процесс постепенный, требующий долгой адаптации как предприятий, так и звеньев управления их программно-аппаратного и аналитического обеспечения.

Литература

1. *Вавилин В. А.* Нелинейные модели биологической очистки и процессов самоочищения в реках. М.: Наука, 1983. 156 с.
2. *Власов Е. В., Шмелева Т. А.* Информационные технологии слежения и прогнозирования гидрологических режимов рек в задачах экологии // Криосфера Земли. Ч. 3, т. 2. 1998. С. 44–47.
3. *Ворович И. И.* Рациональное использование водных ресурсов бассейна Азовского моря. М.: Наука, 1981. 359 с.

4. Вахов Д. Н., Власов Е. В. Математические модели и системы наблюдения уровня загрязненности водотоков в районах нефтяных месторождений // Криосфера Земли. Ч. 3, т. 2. 1998. С. 28–35.
5. Гурман В. И. Моделирование процессов в природно-экономических системах. Новосибирск: Наука, 1982. 160 с.
6. Методические указания по разработке предельно допустимых сбросов в поверхностные водные объекты. ВНИИВО, Харьков, 1990.
7. «О макетах программ по ведению мониторинга водных объектов на территориальном и бассейновом уровнях». Положение Министерства природных ресурсов РФ от 19.07.99 № 24-2/165.
8. Методические указания по разработке нормативов предельно допустимых сбросов вредных веществ в поверхностные водные объекты. М., 1999.
9. «О порядке разработки и утверждения нормативов предельно допустимых вредных воздействий на водные объекты». Постановление Правительства РФ от 19 декабря 1996 г. № 1504.