

Раздел 2. Региональные проблемы природопользования

УДК: 622:502

DOI 10.37279/2519-4453-2021-2-17-26

КОНСТРУКТИВНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ПОДХОД В УПРАВЛЕНИИ ВЛИЯНИЕМ СБРОСА ВОД ПРУДОВ-НАКОПИТЕЛЕЙ В ПРЕДЕЛЫ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ

Осадчая Л.И., Ничкова Л.А.

ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет,
299053, г. Севастополь, Российская федерация, ул. Университетская, 33, e-mail: nichkova@sevsu.ru

Аннотация. Статья посвящена разработке конструктивно-географического подхода к регулированию влияния сброса вод прудов-накопителей в пределы речных бассейнов с привязкой к реальной ситуации конкретного крупного водотока. Установлено, что решение задачи минимизации влияния пруда-накопителя в пределах естественно-географического этапа возможно путем оптимизации функционирования природно-техногенной системы «шахта – пруд-накопитель – природные водотоки». Управление функционированием данной системы предполагает регулирование объемов сброса высокоминерализованных вод в соответствии с гидролого-гидрохимическими особенностями природных водотоков. Оптимизационная задача решается путем: создания специализированного банка гидроэкологических данных; разработки экспертной системы нормативных показателей с учетом критериев их оценки; построения оптимизационных математических моделей для описания основных закономерностей функционирования рассматриваемой системы. Эти структуры объединяются в обобщенную информационно-экспертную систему оценки влияния вод прудов-накопителей на состояние поверхностных вод речных бассейнов.

Ключевые слова: шахта, пруд-накопитель, природно-техногенная система, информационно-экспертная система, конструктивно-географический подход.

ВВЕДЕНИЕ

Интенсивное развитие промышленности в современном мире наряду с позитивным эффектом приводит к нежелательным последствиям. Минимизация антропогенного пресса на элементы окружающей природной среды возможна путем разработки геоэкологических основ снижения влияния техногенных видов экологической опасности на компоненты географической оболочки. Техногенные виды опасности не вписываются в естественные биогеохимические круговороты, поэтому формируют устойчивые во времени отклонения от нормального состояния геосистем и экосистем.

В полной мере это касается географических регионов с высокой концентрацией угледобывающих предприятий, одним из которых является Западный и Центральный Донбасс. Существенным фактором негативного влияния угледобычи является возникновение антропогенно-природных образований, представленных прудами-накопителями, прудами-отстойниками, каналами сброса сточных и возвратных вод и др. Поступление высокоминерализованных вод в пределы природных водотоков существенно ухудшает состояние их компонентов, прежде всего живого вещества.

Реализация мероприятий, направленных на совершенствование технологий добычи полезных ископаемых, реконструкция очистных сооружений, использования более эффективных химических методов обеззараживания требует дополнительных исследований и значительных капиталовложений, что на современном экономическом уровне государства может рассматриваться лишь как перспектива.

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Настоящая статья посвящена разработке конструктивно-географического подхода к регулированию влияния сброса вод прудов-накопителей в пределы речных бассейнов с привязкой к реальной ситуации конкретного крупного водотока – реке Самаре, принимающей минерализованные воды шахт Западного Донбасса и реке Волчья, принимающей минерализованные воды Центрального Донбасса. На данный момент сброс шахтных вод привел к трансформации фоновых показателей гидрохимического режима рек исследуемого бассейна.

Несмотря на то, что существует определённый опыт решения данной проблемы, до сих пор нет единого подхода к минимизации влияния прудов-накопителей и шахт. Учитывая это, актуальным является разработка и обоснование метода регулирования влияния прудов-накопителей на природные водотоки в пределах возможностей географической науки.

Изменение минерализации и химического состава речных вод под влиянием прудов-накопителей происходит на сложном фоне, создаваемом целым рядом дополнительных и искусственных факторов. К ним относятся: естественные колебания расхода реки и химического состава ее воды в течение года и в многолетнем разрезе; наличие притоков; влияние различных источников загрязнения и др. Кроме того, объем воды, находящийся в пределах пруда не остается постоянной величиной, изменяются также во времени минерализация и химический состав шахтных вод. В этих условиях при оценке влияния сброса воды из пруда на качество воды природных водотоков появляется необходимость в:

- разработке информационной системы оценки влияния сброса шахтных вод на состояние поверхностных вод речных бассейнов;
- обработке и анализе многолетних наблюдений за химическим составом, минерализацией и расходом речных и шахтных вод;
- разработке режима функционирования пруда-накопителя, расчёте смещения поверхностных и шахтных вод;
- разработке графического представления фактического материала и расчетных данных.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Система оценки гидроэкологических показателей вместе с существующими методами управления базами данных и методами математического моделирования обеспечивает возможность на основании накопленной геоэкологической информации принимать решения, направленные на оптимизацию определенных параметров качества составляющих природных сред с целью улучшения их состояния.

Решение задачи минимизации влияния пруда-накопителя в пределах естественно-географического этапа возможно путем оптимизации функционирования природно-техногенной системы «шахта – пруд-накопитель – природные водотоки». Оптимизация функционирования данной системы предполагает регулирование объемов сброса высокоминерализованных вод в соответствии с гидролого-гидрохимическими особенностями природных водотоков [1].

Оптимизационная задача решается путем: создания специализированного банка гидроэкологических данных; разработки экспертной системы нормативных показателей с учетом критериев их оценки; построения оптимизационных математических моделей для описания основных закономерностей функционирования рассматриваемой системы. Эти структуры объединяются в обобщенную информационно-экспертную систему оценки влияния вод прудов-накопителей (шахт) на состояние поверхностных вод речных бассейнов (рис. 1).

По первому блоку подготовка данных для использования в модели включала два этапа:

1 этап: расчет фоновых расходов и минерализации воды в реке. При определении степени разбавления возвратных вод в реке исходили из худших условий возможного разбавления в местах водопользования. Это обязывает учитывать колебания расходов в течение года и приводит к необходимости установления той степени обеспеченности расхода воды в годовом цикле, которая должна быть учтена. Согласно «Правил охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами», расчетным расходом воды для незарегулированных рек принимали наименьший среднемесячный расход воды в реке 95%-ной обеспеченности.

Для р. Самары и ее притоков продолжительность наблюдений за колебаниями среднемесячных расходов на всех гидропостах составляет период от 22 до 54 лет. Информационные ряды были сформированы по среднемесячным расходам в течение года.

В то же время, исследования различных авторов показывают, что между расходом и минерализацией воды в реке в большинстве случаев существует достаточно тесная корреляционная связь. В идеальном случае эта связь отражает процесс разбавления и выражается гиперболической функцией. Отклонение от этого типа связи связано с особенностями формирования химического состава воды рек, находящихся в разных природных условиях и определяются главным образом

химическим составом и физическими свойствами почв и пород речных бассейнов. Расчет фоновой минерализации воды рек бассейна выполняли на основе нелинейной регрессионной модели.

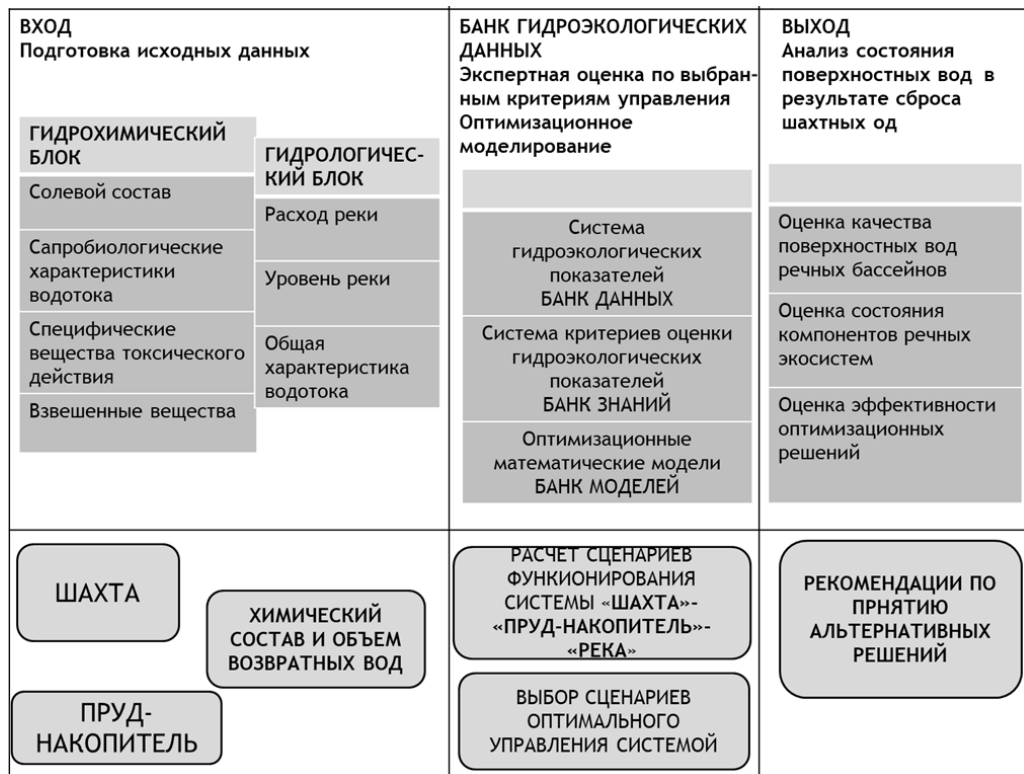


Рис. 1. Информационно-экспертная система оценки влияния вод прудов-накопителей (шахт) на состояние поверхностных вод речных бассейнов

2 этап: оценка шахтного водопритока. Следует учитывать, что химический состав шахтных вод формируется под влиянием естественных процессов, происходящих в массиве горных пород, в подземных водоносных горизонтах, в результате контакта подземных вод с углём, вмещающими породами, угольной и породной пылью. Водоприток и минерализация шахтных вод находится в обратной зависимости: с увеличением притока солесодержание шахтных вод уменьшается и стабилизируется на значении, равновесном с химическим составом окружающей геологической среды. Подготовку исходных данных по водопритоку и химическому составу шахтных вод также выполняли по данным многолетних наблюдений.

По второму блоку выбор базовых моделей качества воды определялся исходя из потребностей решаемых задач: анализа фактического состояния; прогнозирования тенденций изменения состояния водных ресурсов при изменении водохозяйственной политики бассейна; прогнозирования изменения состояния водных ресурсов при аварийных ситуациях. Поскольку основным структурным элементом банка моделей являются модели отдельных элементов и процессов, в банк включены модели, которые удовлетворяют следующим требованиям: внутренняя структура модели обеспечивает возможность учета достаточно широкого круга входных переменных и параметров, определяющих ее поведение в различных условиях; в состав модели включены параметры, имеющие конкретный физический смысл и достаточно просто оцениваемые на основе имеющейся или поступающей в модель информации; входная информация, используемая моделью, организована в базу данных; результаты модельных экспериментов хранятся в базе данных; модель должна быть достаточно проста с точки зрения использования [2, 3].

При разработке системы управления сбросом шахтных вод в данной работе исходили из точечной (нульмерной) балансовой модели смешивания вод разной минерализации.

При определении расчетных значений параметров учитывались следующие, имеющиеся в настоящее время, особенности сброса минерализованных вод:

- пруды-накопители функционируют в течение достаточно длительного периода времени ($t \gg \tau_0$);
- количество воды, поступающей в пруд-накопитель, равно количеству вытекающей с учетом испарения;
- уровень самоочищения воды прудов-накопителей с учетом испарения уравнивает поступление солей с донных отложений.

Снижение минерализации воды прудов-накопителей связано с большими финансовыми затратами и является задачей химико-технического этапа. Поэтому для управления уровнем минерализации воды в реке можно использовать регулирование режима сброса воды прудов-накопителей, что возможно в рамках естественно-географического этапа. В качестве критерия оптимальности выбирали условие минимизации уровня минерализации воды природного водотока в течение года с сохранением суммарного расхода по всем исследуемым шахтам и прудам-накопителям.

Система уравнений расчета расхода и минерализации по периодам имела следующий вид

$$q_{ci} = q_{ri} + q_{pi}, \quad (1)$$

$$\mu_{min} = \frac{q_{ri}\mu_{ri} + q_{pi}\mu_{pi}}{q_{ri} + q_{pi}}, \quad i = 1, \dots, 12, \quad (2)$$

где индекс i определяет расчетный период, величины μ_{ri} , μ_{pi} – уровень минерализации воды, как компонента природного и техногенного объекта, q_{ri} – расход воды в реке, q_{pi} – управляющий параметр, определяющий режим функционирования пруда-накопителя, μ_{min} – минимально возможное значение минерализации воды в реке с учетом суммарного годового влияния пруда-накопителя.

Значение μ_{min} определяется из условия суммарного годового влияния пруда-накопителя, которое запишется так:

$$\mu_{min} = \frac{\sum_{i=1}^{12} (q_{ri}\mu_{ri} + q_{pi}\mu_{pi})}{\sum_{i=1}^{12} (q_{ri} + q_{pi})}. \quad (3)$$

Система уравнений является замкнутой и позволяет определить значения управляющих параметров q_{pi} , обеспечивающие минимально возможное значение параметра минерализации μ_{min} :

$$q_{pi} = q_{ri} \frac{\mu_{min} - \mu_{ri}}{\mu_{pi} - \mu_{min}}. \quad (4)$$

Подставляя полученное значение (4) в формулу (1) получаем величину суммарного расхода воды в реке с учетом оптимальности режима функционирования пруда-накопителя.

Также в рамках этого блока информационно-экспертной системы решался вопрос критерия оценки результатов оптимизации. Для характеристики состояния водной экосистемы необходимы оценки, дающие полную всестороннюю информацию не столько о составе и свойствах воды, но и о протекающих в водных объектах процессах, которые создают среду обитания для гидробионтов [4].

Ввиду отсутствия комплексных нормативов (предельно допустимых экологических нагрузок), была разработана критериальная шкала солевой нагрузки на биотический компонент, применительно к объекту исследования (рис. 2).

Установлено, что приемлемым для стабильного существования экосистемы р. Самары в данных условиях будет уровень минерализации $2,5 - 3,0$ г/дм³. Большинство биотических групп при данном уровне минерализации имеют благоприятные показатели биомассы, численности и видового разнообразия. Повышение данного уровня способно спровоцировать начало новых сукцессионных серий и привести состояние экосистемы р. Самары к опасным изменениям. Доказано, что очень опасные качественные и количественные изменения биотического компонента природных вод происходят в зоне минерализации от $3,1$ до $3,5$ г/дм³. Переход к следующей зоне от $3,6$ до $4,0$ г/дм³ вызывает необратимые преобразования этой составляющей природных вод до полного замещения одних видов другими.

Важным условием является поддержание уровня минерализации до 3 г/дм^3 в точке сброса шахтных вод в течение всего года. Поскольку экосистема динамична по своей сути, то любое достаточно резкое изменение характеристик водной среды вызывает начало секцессионной серии, то есть приводит систему к более неустойчивому состоянию.

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ, г/дм^3	3,6 – 4,0	Зона необратимых изменений		
	3,1 – 3,5	Зона очень опасных изменений		
	2,7 – 3,0	Верхняя граница допустимых изменений	ЗОНА РИСКА	↕
	2,6	Возбужденное состояние экосистемы		
	1,8 – 2,5	Оптимальное состояние экосистемы		
	1,1 – 1,7	Нижняя граница допустимых изменений	ЗОНА РИСКА	↕
	<1,0	Опасная зона		

Рис. 2. Критериальная шкала солевой нагрузки на биотический компонент р. Самара

Исходя из вышеизложенного, можно сделать вывод, что оптимальными для сохранения существующего состояния экосистемы р. Самары будут выпуски шахтных вод, которые позволят поддерживать минерализацию воды принимающего водотока, на постоянном минимально возможном уровне, в месте сброса близком к $3,0 \text{ г/дм}^3$.

Прорабатывая третий блок информационно-экспертной системы вышли на анализ качества природных вод и состояния компонентов природных водотоков в результате регулирования влияния пруда-накопителя по основным гидрологическим и гидрохимическим показателям (рис. 3).

Управление сбросом осуществлялось путем перераспределения объемов выпуска между наиболее и наименее обеспеченными периодами в году по трем возможным сценариям: равномерный, залповый и оптимальный сброс. Результаты различных вариантов сброса шахтных вод представлены в таблице 1, 2.

Определено, что поддержание минерализации р. Самара при 95% обеспеченности и оптимальном сбросе шахтных вод в контрольной точке в пределах допустимых изменений ($2,7 - 3,0 \text{ г/дм}^3$) возможно при условии сброса воды всех прудов-накопителей и шахт кроме пруда б. Свидовок, сброс которого в мае повышает минерализацию до значения $3,02 \text{ г/дм}^3$ (рис. 3).

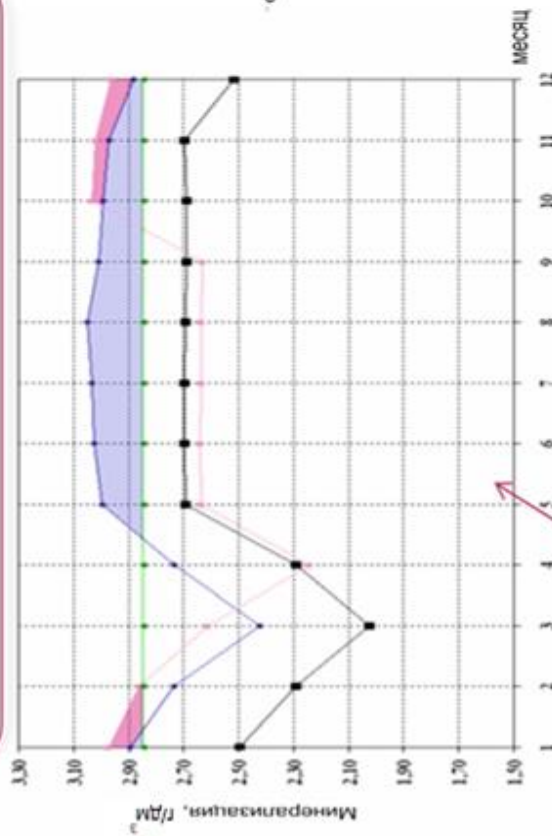
Расчеты показывают, что оптимальный сброс имеет количественное преимущество перед равномерным сбросом в межень, перед залповым с октября по апрель включительно. По течению преимущество оптимального сброса немного увеличивается.

Анализ изменения минерализации по течению р. Волчья в мае показывает преимущество залпового сброса. Далее по величине минерализации от минимальных значений к максимальным располагаются оптимальный и равномерный сбросы. В ноябре оптимальный сброс имеет преимущество перед залповым по всему течению р. Волчья. Преимущество же над равномерным начинает проявляться после впадения р. Соленая. Минерализация становится меньше 3 г/дм^3 после слияния р. Волчьей с р. Мокрые Ялы.

Перед слиянием с р. Самарой колебания минерализации р. Волчья в течение года следующие: оптимальный сброс – $1,84 - 1,94 \text{ г/дм}^3$; равномерный – $1,84 - 2,06 \text{ г/дм}^3$; залповый – $1,84 - 1,95 \text{ г/дм}^3$. Незначительный результат оптимизации в этой точке объясняется тем, что после последнего сброса шахтных вод воды р. Волчья разбавляются несколькими притоками, которые, естественно, в одинаковой степени действуют при всех вариантах сброса. Минерализация р. Волчья в контрольной точке (перед впадением в р. Самара) при 95% обеспеченности речного стока не превышает $1,94 \text{ г/дм}^3$ на протяжении всего года при условии оптимального сброса со всех прудов-накопителей и шахт, находящихся выше по течению.

На выходе из промышленной зоны с учетом влияния шахт Центрального Донбасса минерализация Самары колеблется в пределах $2,31 - 2,92 \text{ г/дм}^3$ при условии равномерного сброса, $1,74 - 2,92 \text{ г/дм}^3$ при залповом сбросе и постоянна на уровне $2,25 \text{ г/дм}^3$ при оптимальном сбросе шахтных вод. На рисунке 4 представлены результаты ранжирования участков рек исследуемого бассейна по результатам сброса шахтных вод в соответствии с критериальной шкалой солевой нагрузки.

Рис. 3 Результаты реализации различных сценариев управления
 а) изменение минерализации в реке по течению в ноябре
 б) алгебраические разности между величинами минерализации при различных вариантах сброса и минерализацией 3 г/дм³
 в) внутригодовое изменение минерализации при сбросе из пруда б. Косьминная



Условные обозначения

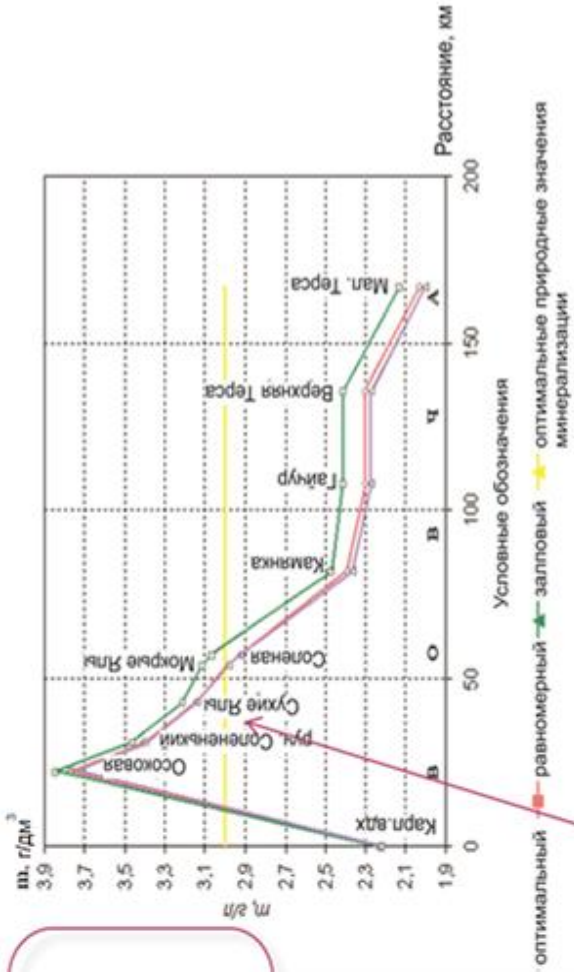
→ равномерный + залповый + оптимальный; ● фон

$$M = f(R, [\Psi_P, \Psi_3, \Psi_0])$$

в)

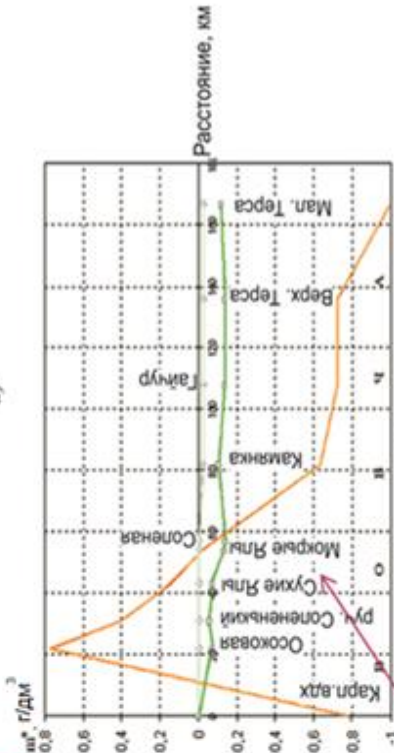
$$M = f(t, [\Psi_P, \Psi_3, \Psi_0])$$

$$M = f(R, [\Psi_0 - \Psi_P, \Psi_0 - \Psi_3, \Psi_0 - \Psi_{3\epsilon/t}])$$



а)

Условные обозначения
 ■ оптимальный ■ равномерный ■ залповый ■ оптимальные природные значения минерализации



б)

Условные обозначения

■ алгебраическая разность значений минерализации
 ● оптимальный и залповый вариантами сброса
 ● оптимальный и равномерным вариантами сброса
 ● оптимальные природные значения минерализации между оптимальным и залповым вариантами сброса
 ● оптимальные природные значения минерализации между оптимальным и равномерным вариантами сброса

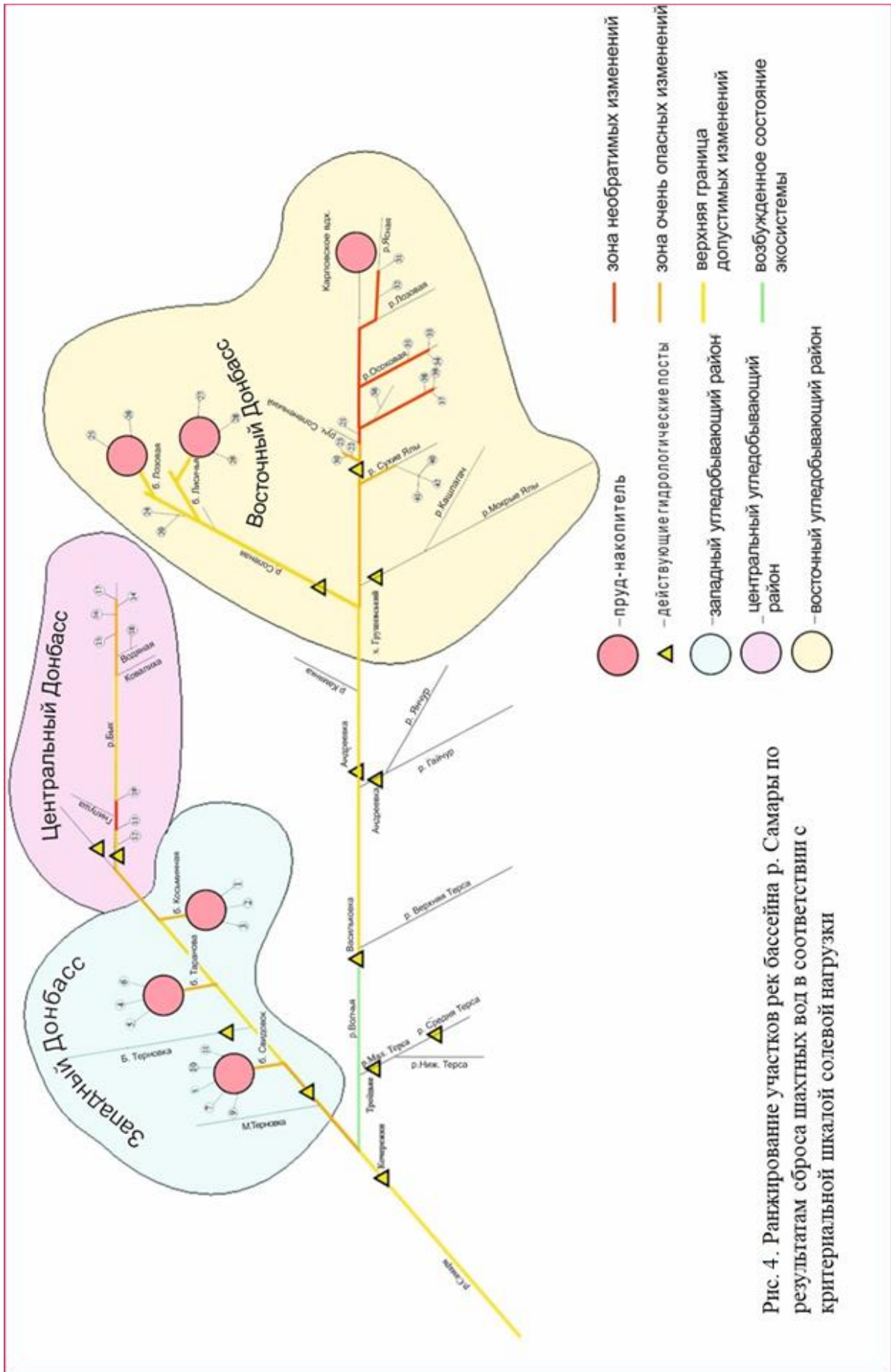


Рис. 4. Ранжирование участков рек бассейна р. Самары по результатам сброса шахтных вод в соответствии с критериальной шкалой солевой нагрузки

Таблица 1. Результаты различных вариантов сброса шахтных вод в пределах бассейна реки Самара

Январь 1	Февраль 2	Март 3	Апрель 4	Май 5	Июнь 6	Июль 7	Август 8	Сентябрь 9	Октябрь 10	Ноябрь 11	Декабрь 12
-------------	--------------	-----------	-------------	----------	-----------	-----------	-------------	---------------	---------------	--------------	---------------

Слияние рек Бык и Водяная

Ф	2,16	1,86	2,11	2,04	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,17	2,16
---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Сброс шахт 15, 16, 18

Р	3,04	3,26	2,96	2,66	3,14	3,32	3,35	3,38	3,38	3,36	3,12	3,02
З	3,18	3,30	3,17	2,80	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	3,20	3,12
О	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11	3,11

Слияние рек Бык и Ковалиха

ФР	2,83	2,95	2,70	2,50	2,98	3,16	3,19	3,22	3,21	3,20	2,92	2,82
ФЗ	2,99	3,04	2,95	2,63	2,09	2,09	2,08	2,06	2,06	2,08	3,01	2,93
ФО	2,91	2,70	2,88	2,95	2,95	2,94	2,92	2,70	2,70	2,89	2,91	2,92

Сброс шахты 29

сР	4,14	4,50	3,88	3,39	4,46	4,89	4,95	5,01	5,01	4,98	4,34	4,11
З	4,51	5,10	4,18	4,02	2,09	2,09	2,08	2,06	2,06	2,08	4,96	4,75
О	4,68	4,69	4,68	4,68	4,68	4,68	4,68	4,69	4,69	4,68	4,68	4,68

Слияние рек Самара и Гнилуша

Ф	1,88	1,77	1,6900	1,81	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	1,97	1,8
---	------	------	--------	------	------	------	------	------	------	------	------	-----

Сброс шахт 12, 13

Р	2,59	2,55	2,51	2,57	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,64	2,61	2,59
З	2,62	2,60	2,57	2,60	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,63	2,62
О	2,60	2,6	2,60	2,60	2,60	2,6	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60

Слияние рек Самара и Бык + 6 км

ФР	3,08	3,20	2,92	2,68	3,25	3,44	3,46	3,48	3,48	3,47	3,18	3,07
ФЗ	3,26	3,43	3,18	3,01	1,75	1,75	1,75	1,77	1,77	1,76	3,41	3,32
ФО	3,37	2,74	3,14	3,62	3,75	3,63	3,52	2,86	2,86	3,36	3,40	3,40

Сброс из пруда б. Косьминная

Р	3,08	3,16	2,97	2,80	3,1907	3,2907	3,3036	3,3156	3,3139	3,3079	3,1470	3,0768
З	3,19	3,27	3,10	3,04	1,7547	1,7575	1,7597	1,7756	1,7755	1,7634	3,2698	3,2259
О	3,26	2,74	3,14	3,26	3,2639	3,2639	3,2639	2,8618	2,8633	3,2639	3,2639	3,2639

Изменения по течению р. Самары +30 км

ФР	2,83	2,89	2,73	2,57	2,92	3,01	3,03	3,041	3,04	3,03	2,88	2,82
ФЗ	2,93	3,00	2,84	2,78	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	2,99	2,95
ФО	2,99	2,52	2,88	2,99	2,99	2,99	2,9944	2,62	2,62	2,99	2,99	2,99

Сброс из пруда б. Таранова

Р	3,15	3,22	3,07	2,91	3,24	3,32	3,33	3,34	3,34	3,34	3,21	3,15
З	3,19	3,27	3,10	3,04	1,75	1,75	1,77	1,77	1,77	1,76	3,26	3,22
О	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21

Слияние рек Самара и Б. Терновка +36 км

ФР	2,73	2,73	2,38	2,53	2,82	2,90	2,92	2,94	2,93	2,92	2,80	2,74
ФЗ	2,83	2,86	2,58	2,73	1,69	1,79	1,77	1,78	1,83	1,86	2,91	2,87
ФО	2,79	2,71	2,55	2,82	2,81	2,76	2,75	2,69	2,62	2,58	2,80	2,81

Сброс из пруда б. Свидовок

Р	3,38	3,37	2,89	3,13	3,51	3,68	3,65	3,67	3,66	3,64	3,48	3,41
З	3,52	3,57	3,16	3,42	1,69	1,79	1,77	1,78	1,83	1,86	3,64	3,60
О	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34	3,34

р. Самара перед слиянием с р. Волчьей

Р	3,24	3,23	2,77	3,00	3,37	3,48	3,50	3,53	3,52	3,49	3,34	3,27
З	3,38	3,43	3,04	3,28	1,69	1,72	1,70	1,71	1,75	1,78	3,50	3,45
О	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21	3,21

Выход из промышленной зоны +4 км

Р	2,59	2,56	2,34	2,45	2,80	2,89	2,90	2,92	2,89	2,79	2,63	2,60
З	2,74	2,71	2,52	2,65	1,75	1,74	1,76	1,78	1,80	1,81	2,92	2,76
О	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25

Ф – фоновая минерализация, г/дм³; Ф[Р,З,О] – условная фоновая минерализация перед соответствующим сбросом (Р – равномерный, З – залповый, О – оптимальный)

Таблица 2. Результаты различных вариантов сброса шахтных вод в пределах бассейна реки Волчья

Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Водяная											
Ф	1,87	1,84	1,84	2,00	2,35	2,50	2,50	2,50	2,50	2,22	1,88
Сброс шахт 31, 32											
Р	3,89	3,75	3,63	3,84	4,14	4,18	4,19	4,19	4,18	4,18	3,90
З	4,03	3,95	3,885	4,00	2,35	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50	4,10
О	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99	3,99
Слияние рек Лозовая и Волчья											
ФР	3,54	3,39	3,27	3,48	3,82	3,87	3,88	3,88	3,87	3,87	3,55
ФЗ	3,70	3,61	3,53	3,66	2,16	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	3,77
ФО	3,65	3,65	3,65	3,65	3,65	3,64	3,65	3,64	3,65	3,65	3,65
Сброс шахт 33, 42											
Р	3,82	3,70	3,60	3,77	4,04	4,04	4,08	4,08	4,07	4,08	3,91
З	3,951	3,88	3,82	3,92	2,1698	2,30	2,30	2,30	2,30	2,30	4,00
О	3,91	3,91	3,91	3,913	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91	3,91
Слияние рек Осиковая и Волчья											
ФР	3,65	3,51	3,39	3,59	3,93	3,98	3,99	3,99	3,98	3,98	3,77
ФЗ	3,82	3,73	3,65	3,71	2,13	2,26	2,26	2,26	2,26	2,26	3,88
ФО	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76	3,76
Сброс шахт 36, 38											
Р	3,74	3,64	3,55	3,70	3,92	3,95	3,95	3,95	3,95	3,95	3,82
З	3,85	3,79	3,74	3,82	2,13	2,26	2,26	2,25	2,26	2,26	3,89
О	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81	3,81
Изменение минерализации по течению р Волчьей +4 км											
ФР	3,70	3,60	3,51	3,65	3,88	3,91	3,91	3,91	3,90	3,91	3,77
ФЗ	3,80	3,75	3,69	3,78	2,10	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	3,84
ФО	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77	3,77
Сброс шахты 21											
Р	3,58	3,50	3,43	3,54	3,71	3,74	3,74	3,74	3,74	3,74	3,64
З	3,66	3,62	3,58	3,64	2,10	2,23	2,23	2,23	2,23	2,23	3,69
О	3,63	3,63	3,63	3,63	3,6	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63	3,63
Слияние р. Волчьей и ручья Соленького											
ФР	3,45	3,36	3,28	3,41	3,61	3,64	3,64	3,64	3,63	3,64	3,52
ФЗ	3,54	3,49	3,45	3,52	2,09	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,58
ФО	3,51	3,51	3,51	3,51	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,52	3,51
Сброс шахт 23, 30											
Р	3,42	3,34	3,26	3,38	3,56	3,59	3,59	3,59	3,59	3,59	3,48
З	3,50	3,46	3,42	3,48	2,09	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,54
О	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48	3,48
Слияние рек Волчья и Сухие Ялы											
ФР	3,28	3,18	3,10	3,24	3,47	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,36
ФЗ	3,39	3,33	3,28	3,36	2,09	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,43
ФО	3,35	3,35	3,35	3,35	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,36	3,35
Сброс шахты 39											
Р	3,32	3,23	3,14	3,28	3,51	3,54	3,54	3,54	3,53	3,54	3,40
З	3,43	3,37	3,32	3,40	2,09	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	3,47
О	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40	3,40
Слияние рек Волчья и Соленая											
ФР	2,74	2,58	2,48	2,70	3,13	3,21	3,21	3,21	3,20	3,21	2,92
ФЗ	2,94	2,82	2,73	2,90	2,21	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	3,06
ФО	2,87	2,86	2,86	2,89	2,93	2,96	2,96	2,95	2,96	2,96	2,91
Сброс шахт 20, 25, 27											
Р	2,86	2,73	2,63	2,82	3,15	3,20	3,21	3,21	3,20	3,20	3,00
З	3,02	2,93	2,85	2,99	2,21	2,34	2,34	2,34	2,34	2,34	3,10
О	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97	2,97
р. Волчья перед слиянием с р. Самарой											
ФР	1,84	1,84	1,84	1,84	2,03	2,05	2,06	2,06	2,04	1,95	1,84
ФЗ	1,93	1,87	1,84	1,90	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,92
ФО	1,90	1,90	1,89	1,89	1,94	1,91	1,92	1,91	1,88	1,84	1,88

Ф – фоновая минерализация, г/дм³; Ф[Р,З,О] – условная фоновая минерализация перед соответствующим сбросом (Р – равномерный, З – залповый, О – оптимальный)

ВЫВОДЫ

В данной статье предложено решение научно-практической задачи частичного снижения влияния прудов-накопителей и шахт на природные водотоки в рамках конструктивно-географического подхода. Минимизация влияния пруда-накопителя на природные водотоки является сложной многоступенчатой задачей. Проведение исследований естественно-географического этапа хотя и является частичным решением комплексной проблемы снижения влияния прудов-накопителей и шахт, но достаточно необходимы и актуальны в настоящее время. Достижение конечной цели минимизации влияния возможно лишь в пределах второго химико-технического этапа, что является предметом дальнейших исследований.

Внедрение разработанного метода регулирования позволит, по меньшей мере, на 20% сократить влияние объектов угледобычи на минерализацию воды в реке как средообразующего компонента для водных экосистем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осадчая Л.И. Пути минимизации влияния прудов-накопителей на состояние поверхностных вод речных бассейнов / Осадчая Л.И., Ничкова Л.А., Абибулаева А.Ш. // Международное научное издание современные фундаментальные и прикладные исследования : сборник научн. тр. – 2017. – №1(24). – С. 74-81.
2. Архипова О.Е. Информационно-аналитическая среда оценки качества поверхностных вод речного бассейна // Известия ВУЗов. Северо-кавказский регион. Естеств.науки. – 2006. – № 6. – С. 3- 12.
3. Архипова О.Е. Интернет-технологии в проблемах моделирования качества поверхностных вод / Архипова О.Е., Сурков Ф.А. // Современные информационные технологии в образовании: Южный федеральный округ.– 2006. – № 2. – С. 29-36.
4. Бейсуг О.И. Методология и методы оценки состояния водных экосистем / Бейсуг О.И., Предеина Л.М. // Глобальная ядерная безопасность. – 2014. – №1(10). – С. 5-10.

CONSTRUCTIVE-GEOGRAPHICAL APPROACH IN THE MANAGEMENT OF THE IMPACT OF THE DISCHARGE OF WATER FROM STORAGE PONDS TO THE LIMITS OF RIVER BASINS

Osadchaja L.I., Nichkova L.A.

Sevastopol State University, Sevastopol, Russian Federation

Annotation. The article is devoted to the development of a constructive and geographical approach to regulating the impact of the discharge of water from storage ponds within river basins with reference to the real situation of a particular large watercourse. It is established that the solution of the problem of minimizing the influence of the storage pond within the natural geographical stage is possible by optimizing the functioning of the natural-man-made system "mine-storage pond-natural watercourses". The management of the functioning of this system involves the regulation of the volume of discharge of highly mineralized water in accordance with the hydrological and hydrochemical features of natural watercourses. The optimization problem is solved by: creating a specialized bank of hydroecological data; developing an expert system of normative indicators, taking into account the criteria for their evaluation; constructing optimization mathematical models to describe the main laws of the functioning of the system under consideration. These structures are combined into a generalized information and expert system for assessing the impact of storage pond waters on the state of surface waters of river basins.

Keywords: mine, storage pond, natural and man-made system, information and expert system, constructive- geographical approach.