

## МЕХАНИЗМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ В ГОРНЫХ РЕГИОНАХ

человечества в целом. И связано это не с перенаселением нашей планеты, а с экологически и экономически необоснованными аппетитами очень незначительной определенной части населения Земли.

Иными словами, нужно констатировать, что должная быть разработана и внедрена не только региональная, но государственная и международная политика отказа от потреби-

тельского отношения к природе, к среде обитания. Сегодня экономическое развитие должно основываться на внедрении принципов неистощительного природопользования, опыт которого еще сохраняется в культурах горных народов. Более того, выпадение в этой цепочке государства делает всю систему практически неработающей.

## К МЕТОДОЛОГИИ ЭКОЛОГО-ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОЦЕНОК СОСТОЯНИЯ ТЕРРИТОРИЙ

В.И. Заносова

*Проведены исследования по оценке условий защищенности подземных вод Верхнеобского артезианского бассейна. Составлены макеты карт по степени фактической или потенциальной подверженности подземных вод загрязнению или ухудшению их качества под влиянием эксплуатации. С учетом шкалы градаций степени защищенности подземных вод выделено шесть категорий. Каждая категория защищенности отличается своей суммой баллов, зависящей от глубины залегания первого от поверхности водоносного горизонта, мощности слабопроницаемых отложений зоны аэрации и их литологии. Произведенные оценки позволяют дать комплексную рекомендательную или регламентационную характеристику степени риска или благоприятности освоения ресурсов подземных вод.*

*Ключевые слова: подземные воды, загрязнение, защищенность, Верхнеобский артезианский бассейн, глубина залегания грунтовых вод, литология, фильтрационные схемы, категория, градации, баллы.*

Оценки фактора опасности загрязнения подземных вод необходимы для более четкого понимания действий, требуемых для защиты их природного качества. Логическим определением фактора опасности загрязнения подземных вод является взаимодействие между уязвимостью водоносного пласта перед загрязнением и содержанием загрязняющего вещества, которое будет или может проникать в подземную гидросферу как результат антропогенной деятельности на поверхности земли.

При этом следует отметить, что угроза загрязнения пресных и слабосоленых подземных вод представляет во много раз большую опасность, чем угроза их количественной нехватки. Особенно остро стоит вопрос о загрязнении подземных вод, являющихся источником хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Влияние техногенных и санитарных условий поверхности земли сказывается, в первую очередь, на грунтовых водах. Фильтрация стоков с поверхности земли на грунтовые воды возможна практически всегда, так как они являются безнапорными или слабо-

напорными, а в кровле не имеют надежных водоупоров. Поэтому эти воды в целом характеризуются невысокой степенью защищенности или же являются вообще незащищенными.

Защищенность (уязвимость) подземных вод зависит от природных, техногенных и физико-химических факторов. Условия защищенности одного и того же водоносного горизонта будут различными в зависимости от характера сброса загрязняющих веществ на поверхность земли и их последующей фильтрации в водоносный горизонт. Очевидно, что чем надежнее перекрыты подземные воды слабопроницаемыми отложениями, чем больше их мощность и чем ниже их фильтрационные свойства, чем больше глубина залегания подземных вод, т. е. чем благоприятнее природные факторы, тем выше вероятность защищенности подземных вод по отношению к любым видам загрязняющих веществ, проникающих с поверхности земли. Поэтому при оценке защищенности подземных вод следует исходить из природных факторов и, прежде всего, из наличия в разрезе слабопроницаемых отложений.

Техногенные условия на поверхности земли, как показывает анализ хранения и сброса стоков, могут быть сведены в основном к двум наиболее распространенным случаям: фильтрация сточных вод при постоянном напоре и фильтрация сточных вод при постоянном расходе.

Из физико-химических факторов наибольший интерес представляет время, за которое загрязняющее вещество разлагается и теряет свои токсические свойства. Это время изменяется в широких пределах – от нескольких десятков суток до 10 лет (хлорорганические пестициды) [1].

Согласно существующим методикам [2, 3] оценку защищенности подземных вод целесообразно проводить в два этапа. На первом этапе, при региональных исследованиях, основное внимание должно быть уделено изучению природных факторов защищенности. На втором этапе, при более детальном изучении, приуроченном к конкретным проектируемым объектам и задачам хозяйственного освоения территории, необходим учет и других факторов техногенных условий и специфики загрязняющих веществ, связанных с этими объектами.

Оценка защищенности подземных вод может быть качественной и количественной. Первая основывается на природных факторах и производится по сумме условных баллов, а вторая – на природных, техногенных, а также на физико-химических факторах (время распада загрязняющего вещества и его сорбируемости) и может быть выполнена на основе определения времени, за которое фильтрующиеся с поверхности земли загрязняющие вещества достигнут уровня подземных вод (грунтовых или напорных). Оценка условий защищенности (качественная и количественная) носит преимущественно сравнительный характер.

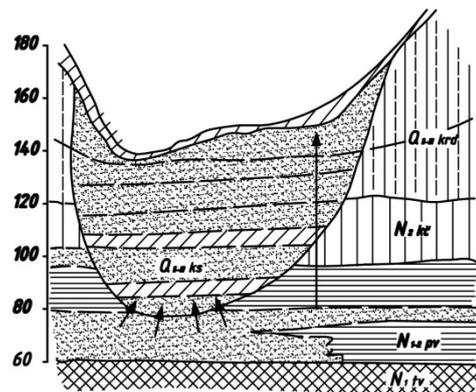
При изучении и картировании защищенности подземных вод Верхнеобского артезианского бассейна, территориально совпадающими с равнинной частью Алтайского края, нами была выполнена качественная оценка природных условий защищенности. Оценка условий базировалась на основе четырех показателей зоны аэрации: глубины залегания уровня грунтовых вод; строения и литологии пород; мощности слабопроницаемых отложений в разрезе и их фильтрационных свойств.

При составлении карты глубин залегания грунтовых вод использованы регионально-типологическая ландшафтная карта в масштабе 1:500000 на уровне местностей с

проработкой всего материала в масштабе 1:100000 и последующей трансформацией. Это позволило изучить морфологическую структуру ландшафтов как важный показатель в системе качественной оценки гидрогеологических особенностей Верхнеобского артезианского бассейна.

Карта глубин залегания грунтовых вод составлена с использованием информации, позволяющей охарактеризовать глубину залегания первого от поверхности земли водоносного горизонта в пределах ландшафтного выдела (на уровне местности). Для создания карты использовались также данные геолого-литологических разрезов, описанных при бурении разведочно-эксплуатационных скважин на воду. Всего было обработано более 500 буровых учетных карточек и составлены расчетные фильтрационные схемы (рисунок 1).

III-3



VI-1

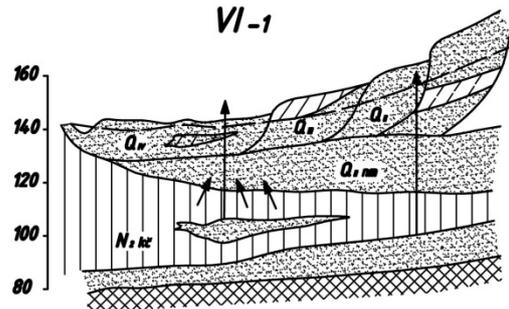


Рисунок 1. Расчетные фильтрационные схемы.

Наименее защищенными являются подземные воды в условиях, когда зона аэрации сложена относительно хорошо проницаемыми отложениями и когда в ее разрезе отсутствуют слои слабопроницаемых пород. Увеличение глубины залегания уровня грунтовых вод хотя и улучшает защищенность подземных вод, но влияние этого фактора существенно меньше, чем наличие в разрезе слабо-

проницаемых отложений. Расчетные фильтрационные схемы составлены для различных гидродинамических условий питания и разгрузки подземных вод, литологических особенностей зоны аэрации. Схемы отражают условия типичные для озерных понижений и приозерных террас долин древнего стока, центральных и северных районов Кулундинская аллювиальной равнины, переходной зоны от Кулундинской равнины к Приобскому плато и т.д.

Например, фильтрационная схема III-3 отражает гидродинамические условия долин и дельт древнего стока. А схема VI-1 типична для высоких террас и древней долины реки Оби.

Качественная оценка природных условий уязвимости вод выполнена на основе сопоставления категорий защищенности. Каждая категория защищенности отличается своей суммой баллов, зависящей от глубины залегания уровня грунтовых вод, мощности слабопроницаемых отложений и их литологии (с литологией связаны фильтрационные свойства этих отложений).

Более высоким категориям соответствует большая сумма баллов. Обоснование баллов, соответствующих разным глубинам залегания уровня грунтовых вод, мощностям и фильтрационным свойствам слабопроницаемых отложений, производится исходя из времени достижения фильтрующимися с поверхности земли загрязняющими веществами уровня грунтовых вод. В качестве исходной единицы для оценки баллов принято время фильтрации  $t_1$  через зону аэрации, сложенную хорошо проницаемыми породами ( $k \sim 2$  м/сутки) мощностью 10 м. Время фильтрации  $t_2$  через зону аэрации мощностью 20 м, сложенную такими же породами, примерно вдвое больше ( $t_2 \approx 2t_1$ ); через зону аэрации мощностью 30 м – втрое больше ( $t_3 \approx 3t_1$ ) и т. д.

Обычно максимальная мощность зоны аэрации (глубина залегания уровня грунтовых вод) не превышает 40 м. Поэтому выделено пять градаций глубин залегания грунтовых вод: до 10, 10-20, 20-30, 30-40, свыше 40 м. Первой градации с минимальной глубиной залегания уровня грунтовых вод, время фильтрации, до которой равно  $t_1$ , соответствует 1 балл; второй – 2 балла; третьей – 3 балла и т. д. (таблица 1).

Таблица 1

Глубина залегания зеркала грунтовых вод, м

Н, м	$H \leq 10$	$10 < H \leq 20$	$20 < H \leq 30$	$30 < H \leq 40$	$H > 40$
Баллы	1	2	3	4	5

Мощности слабопроницаемых отложений в разрезе зоны аэрации подразделены на 11 градаций: до 2, 2 - 4, 4 - 6, ... 18 - 20 и свыше 20 м. По литологии и фильтрационным свойствам слабопроницаемых отложений выделяются три группы: **a** – супеси, легкие суглинки, ( $k \sim 0,1-0,01$  м/сутки), **c** – тяжелые суглинки и глины ( $k < 0,001$  м/сутки), **b** – (промежуточная между **a** и **c**) – смесь пород групп **a** и **c** ( $k \sim 0,01-0,001$  м/сутки). Согласно расчетам установлена следующая эквивалентность времени  $t$  фильтрации через слои различной мощности  $m$  (м) и проницаемости  $k$  (м/сутки):

$$t_{m=10, k \geq 1} \approx t_{m=2, k \sim 10^{-2}} \approx t_{m=1, k \sim 10^{-3}} = t_{m=0.5, k > 10^{-3}}$$

Поэтому, если слою хорошо проницаемых пород соответствует один балл, то слой пород мощностью 2 м с  $k \sim 10^{-2}$  м/сутки также характеризуется одним баллом, слой мощностью 2 м с  $k \sim 10^{-3}$  м/сутки – двумя, а слой мощностью 2 м и с  $k \sim 10^{-4}$  м/сутки – четырьмя баллами. Ниже приведена схема для определения баллов в зависимости от мощности зоны аэрации, литологии слабопроницаемых отложений и их фильтрационных свойств (таблица 2).

Сумма баллов, обусловленная градациями глубин залегания грунтовых вод, мощностями слабопроницаемых отложений и их литологией, определяет степень защищенности грунтовых вод. По сумме баллов выделяются шесть категорий защищенности грунтовых вод (таблица 3). Наименьшей защищенностью характеризуются условия, соответствующие категории I, наибольшей – категории VI.

Принимая подобную схему, мы можем наблюдать высокую уязвимость, но не фактор опасности загрязнения, так как отсутствует значительная подземная концентрация загрязняющего вещества.

Более того, концентрацию загрязняющего вещества можно контролировать и изменять, а уязвимость водоносного пласта в основном определяется природной гидрогеологической средой.

На основе изложенной выше методики составлена карта качественной оценки условий защищенности (уязвимости) подземных вод равнинной части Алтайского края, которая может служить основой для разработки макетов карт среднего и крупного масштаба количественной оценки защищенности подземных вод с выносом на нее основных источников загрязнения (сельхозпредприятия, поля фильтрации, участки орошения, крупные животноводческие комплексы и др.) и водозаборов подземных вод.

Таблица 2

Условия защищенности подземных вод

Литологическая группа	Коэффициент фильтрации $k$ , м/сутки	Мощность зоны аэрации $m_0$ , м	Баллы
1	2	3	4
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$m_0 \leq 2$	1
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		1
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		2
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$2 < m_0 \leq 4$	2
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		3
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		4
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$4 < m_0 \leq 6$	3
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		4
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		6
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$6 < m_0 \leq 8$	4
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		6
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		8
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$8 < m_0 \leq 10$	5
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		7
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		10
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$10 < m_0 \leq 12$	6
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		9
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		12
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$12 < m_0 \leq 14$	7
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		10
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		14
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$14 < m_0 \leq 16$	8
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		12
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		16
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$16 < m_0 \leq 18$	9
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		13
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		12
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$18 < m_0 \leq 20$	10
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		15
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		20
<b>a</b> (супеси, легкие суглинки)	$k \approx 0,1...0,01$	$m_0 > 20$	12
<b>b</b> (плотные супеси, средние суглинки)	$k \approx 0,01...0,001$		18
<b>c</b> (тяжелые суглинки, глины)	$k < 0,001$		25

Таблица 3

Категории условий защищенности

Сумма баллов, $\Sigma$	$\Sigma \leq 5,5$	$5,5 < \Sigma \leq 10$	$10 < \Sigma \leq 15$	$15 < \Sigma \leq 20$	$20 < \Sigma \leq 25$	$\Sigma > 25$
Категория	I	II	III	IV	V	VI

В результате получена планово-структурная основа глубин залегания первых от поверхности водоносных горизонтов, которая в отличие от карт гидроизогипс, позволяет использовать ее в наиболее доступной для неспециалистов форме для рационального планирования хозяйственной деятельности и природоохранных мероприятий на уровне административного сельского района.

Зонирование степени защиты подземных вод также играет ключевую роль в расстанов-

ке приоритетов мониторинга качества воды и освоения месторождений подземных вод.

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ковалевский В.С., Семенов С.М., Ковалевский Ю.В. // Геоэкология. 1998. № 5. С. 428-435.
2. Гольдберг В.М., Газди С. Гидрогеологические основы охраны подземных вод от загрязнения. – М.: Недра, 1984. 262с.
3. Методы охраны подземных вод от загрязнения и истощения / Под ред. Гавич И.К. – М.: Наука, 1985. 320с.