

Василий Васильевич КОЗИН —
профессор кафедры социально-экономической
географии и рационального природопользования
Тюменского государственного университета,
доктор географических наук

Галина Сергеевна КОЩЕЕВА —
ст. преподаватель кафедры экологии,
географии и методики преподавания,
Ишимского государственного педагогического
института им. П.П. Ершова
geograf@utmn.ru

УДК 571.12

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОД ТЮМЕНСКОГО ПРИИШИМЬЯ:
ПРОБЛЕМА, ТРЕБУЮЩАЯ РЕШЕНИЯ**

**POLLUTION OF WATERS OF THE REGION NEAR THE ISHIM RIVER
IN TYUMEN: PROBLEM WHICH NEEDS TO BE SOLVED**

АННОТАЦИЯ. В статье рассматривается проблема ухудшения качества водных ресурсов Приишимья. Приводятся данные о биогенном загрязнении поверхностных и подземных вод Приишимья, концентрациях, пространственно-временной изменчивости биогенного загрязнения, о влиянии урбанизированной территории на водные объекты.

SUMMARY. The article dwells upon the worsening of water quality in the region near the Ishim river. The authors give the data on the nutrient pollution of surface water and groundwater of the region near the Ishim river; as well as the data on concentrations, spatial and temporal variability of the nutrient pollution; the impact of urbanized territory on water bodies.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Российское Приишимье, р. Ишим, ст. Ишимчик, качество водных ресурсов, биогенное загрязнение, урбанизированная территория

KEY WORDS. The Russian region near the Ishim River, the Ishim River, lake Ishimchik, water quality, nutrient pollution, urbanic territory.

В России сложилась крайне сложная ситуация с питьевым водоснабжением. Качество питьевой воды не соответствует санитарно-гигиеническим нормам. Связано это прежде всего с высоким уровнем загрязнения водных объектов — источников питьевого водоснабжения, а также недостаточно эффективной технологией водоочистки и водоподготовки [1].

Актуальна эта проблема и для Приишимья. В условиях недостатка увлажнения экологическое состояние и качество вод Ишимской равнины значительно ухудшается. Отклик в виде отрицательной обратной связи проявляется в виде социально-экологических проблем, таких, как повышение заболеваемости населения, сложности организации качественного водоснабжения, очистки сточных вод и др.

Проведенные исследования в рамках ландшафтно-гидрологического и ландшафтно-геохимического подходов показали, что трансформация ландшафтов Приишимья привела к изменению поверхностных и подземных вод. Проблема загрязнения водных объектов региона особенно остро проявляется в условиях зарегулированности стока и угрожающе низкого меженного уровня р. Ишим — центральной реки региона.

Поступление химических элементов с осадками. Экологическое состояние вод во многом определяется состоянием атмосферы, которую загрязняют выбросы котельных, автомобильного транспорта, промышленных предприятий. Окислы серы, углерода, азота попадают в снег, а затем весной с водами половодья мигрируют с поверхностными и грунтовыми водами. По расчетам В.А. Казанцева [2] для лесостепной зоны Западной Сибири средний объем поступления солей при атмосферном солепереносе составляет 15-21 т/км².

В автономных геохимических ландшафтах, широко распространенных на поверхности Ишимской равнины, поступление элементов с осадками является важной частью баланса веществ. Исследование привноса солевых ингредиентов для Ишимской равнины было выполнено на основе анализа проб снега на 12 реперных участках [6].

Эти данные для девяти районов юго-востока Тюменской области суммарной площадью 38 тыс. км² приводятся в табл. 1.

Таблица 1

Привнос ионов в атмосферных осадках за холодный период, т/км²

год	запас воды в снеге	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺
2006	327000	0,24		0,061	0,006	0,056
2007	219000	0,884	0,12	0,061		
2008	240000	0,715	0,091	0,044		
2009	246000	0,881	0,24	0,355		

Пересчет содержания осаждаемых из атмосферы ионов на год при допущении их равномерной концентрации в осадках за холодный и теплый период составит (табл. 2):

Таблица 2

Привнос ионов в атмосферных осадках за год, т/км²

год	запас воды в снеге	% суммы осадков	осадки за год	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	всего
2006	327000	25,9	1262220	0,926	—*	0,235	0,023	0,216	1,400
2007	219000	21,9	1000830	4,04	0,548	0,279	—	—	4,867
2008	240000	28,2	852000	2,538	0,323	0,156	—	—	3,017
2009	246000	28,0	878220	3,145	0,857	1,267			5,269

Примечание. * — «-» нет данных.

Суммируя не учтенные анализом ионы HCO₃²⁻ (23%) и равное по массе количество катионов, мы получаем следующее количество привносимых ионов: 2006 — 3,44, 2007 — 11,97, 2008 — 7,42, 2009 — 12,96 т/км².

Транзитный сток и вынос вещества за пределы Ишимской равнины.

На территории Ишимской равнины имеется одна транзитная река — Ишим. Кроме того, равнина с запада огибается Тоболом, с востока — Иртышом, которые дренируют окраины равнины (рис. 1).

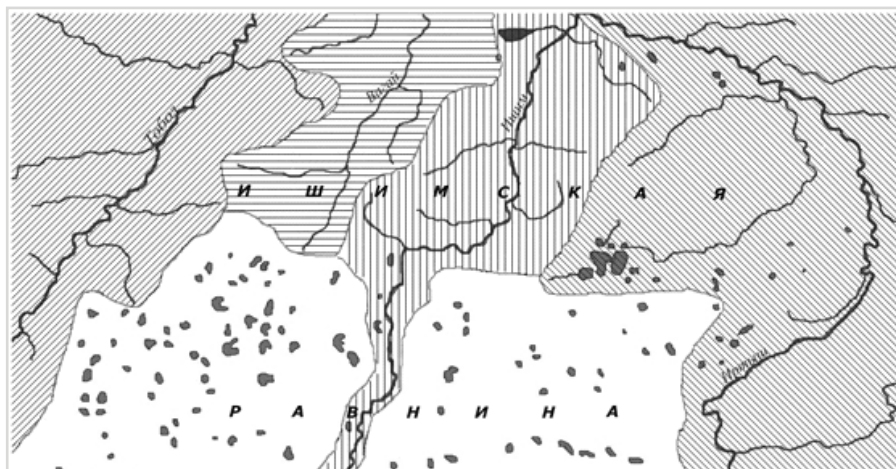


Рис. 1. Бассейны главных рек Ишимской равнины

Характерной особенностью гидрохимического режима р. Ишим является явно выраженный содовый характер минерализации вод, особенно в период летне-осенней и зимней межени [4]. Минерализация воды р. Ишим в зависимости от водности года составляет 244-359 мг/л, в период спада половодья она изменяется в пределах 447-816 мг/л. Значительное увеличение минерализации наблюдается в летне-осеннюю межень (751-850 мг/л), максимальных значений она достигает в низкую зимнюю межень (985-1102 мг/л).

Анионный состав воды р. Ишим в половодье характеризуется слабо выраженным преобладанием гидрокарбонатных ионов, сульфаты и хлориды наблюдаются в меньшем количестве. В период спада половодья, и особенно — в межень наблюдается снижение гидрокарбонатных ионов, значительное увеличение относительного содержания ионов хлора, причем на спаде половодья и в летне-осеннюю межень последние становятся в отдельные годы преобладающими, а в зимнюю межень ионы хлора преобладают постоянно. Катионный состав воды р. Ишим характеризуется в период половодья преобладанием ионов кальция. В течение всего меженного периода преобладающими становятся ионы щелочных элементов (Na и K).

В период весеннего половодья вода р. Ишима является мягкой и умеренно жесткой; жесткость составляет 2,2-3,4 мг-экв/л, в межень она резко возрастает и изменяется от 3 до 12 мг-экв/л.

Общая сумма выносимого вещества составляет 2,8 млн. т ежегодно, половина массы которого обеспечивается дренирующей деятельностью бассейна р. Ишим.

Загрязнение поверхностных вод Приишимья. Для Ишимской равнины наиболее характерно азотное загрязнение. Поэтому нами рассмотрены концентрации азота нитратного и аммонийного в пересчете соотношения к ПДК. Азот нитритный не рассматривается, так как его концентрация не превышает предельно допустимую, что, в свою очередь, свидетельствует о низких скоростях биогеохимических процессов.

Поскольку р. Ишим является главной рекой Ишимской равнины и средообразующей осью Приишимья, нами рассмотрено азотное загрязнение этой реки. Изменение содержания биогенов [6] в водах в р. Ишим отслежено по створам, расположенным с юга на север по течению (табл. 3).

Таблица 3

Содержание биогенов в створах реки Ишим (кратность ПДК)

Дата	азот нитратный					азот аммонийный				
	Ильинка	Ишим	Клепиково	Абатск	Викулово	Ильинка	Ишим	Клепиково	Абатск	Викулово
весна 2003	0,0485	0,0685	0,02425	0,0685	0,11	2	8,45	2,65	4,5	3,4
осень 2003	0,1525	0,11	0,0975	1,165	0,1375	1,3	6,95	5,95	1,5	1,9
весна 2004	0,099	0,11	0,0545	0,09475	0,13675	1,75	0,95	1,4	4,5	4,35
осень 2004	0,13	0,385	0,1925	0,1375	0,125	5	0,75	5,95	1,05	6,45
весна 2005	0,0875	0,061	0,0875	0,1575	0,1575	4	8,45	5,45	8,45	8,45
осень 2005	0,165	0,1525	0,1725	0,0975	0,1	2,9	4,75	2,9	5	5
весна 2006	0,1375	0,1175	0,11	0,12	0,0775	1,6	1,7	1,7	2,1	2
осень 2006	0,1	0,1375	0,1725	0,125	0,11	9,3	1,5	10	4	4
весна 2007	0,2375	0,0485	0,05575	—	—	2,2	0,8	2,3	—	—
осень 2007	0,15	0,135	0,11	—	—	1,55	2,15	1,1	—	—
весна 2008	0	0,055	1,625	0,075	0,01425	5,62	0,928	4,02	3,04	0,62
осень 2008	1,12	0,11	1,0875	5,25	4,825	5,2	4,8	2,28	7,64	0,46
весна 2009	0,6325	0,324	0,8625	0	0	6,08	8,46	7,7	6,18	7,82
осень 2009	0,095	0,0825	0,0875	0,0975	0,1375	0,1	2,4	0,42	0,126	0

Как видно из табл. 3, р. Ишим испытывает наибольшее загрязнение аммонийным азотом практически во всех створах. Высокие концентрации аммония свидетельствуют о свежем загрязнении и близком расположении источника загрязнения. Наибольшее загрязняющее воздействие оказывает г. Ишим. Концентрации свыше 8ПДК отмечались в 2003, 2005 и 2009 гг. В 2005 и 2009 гг. во всех створах отмечено значительное (свыше 4ПДК) загрязнение аммонийным азотом.

Загрязнение подземных вод Приишимья. Для Приишимья выявлена пятилетняя цикличность увлажненности [5]. Это позволяет разделить исследуемый период на пять пятилетних циклов. Такое деление абстрагирует от несущественных флуктуаций, вызванных неодинаковым разбавлением загрязнителей грунтовыми водами внутри климатического цикла. Кроме того, оно хорошо отражает изменение условий хозяйствования в регионе:

- 1985-1989 гг. — стабильно высокий уровень сельскохозяйственного производства, максимум распашки пригодных земель, широкое применение средств химизации;

- 1990-1994 гг. — падение объемов сельскохозяйственного производства, сокращение площади распаханных земель, снижение искусственного плодородия почв;

- 1995-1999 гг. — площадь заброшенных земель стабилизировалась на 12%, баланс питательных веществ на пашне от -80 до -90 кг/га, более 50% земель имеют кислую реакцию, использование удобрений снизилось в 11 раз;

- 2000-2004 гг. — увеличение использования удобрений (примерно в 4 раза меньше, чем в первый период);

- 2005-2009 гг. — наращивание темпов сельскохозяйственного производства. С 2006 г. в Приишимье осуществляется национальный проект «Развитие АПК», в связи с чем увеличиваются поголовье крупного рогатого скота и свиней и объемы использования удобрений.

При анализе загрязнения подземных вод азотными соединениями Приишимья нами использовался пятилетний цикл. За основу анализа взята кратность ПДК, установленная санитарными нормами и правилами для питьевой воды [7]: аммоний NH_4^+ — 2 мг/л, нитриты NO_2^- — 3 мг/л, нитраты NO_3^- — 45 мг/л. В результате анализа были сделаны выводы:

- В 1985-1989 гг. основными источниками загрязнения были азотные удобрения и отходы животноводства. Загрязнение (>1 ПДК) было исключительно аммонийным и охватывало наиболее освоенные в сельскохозяйственном отношении территории.

- В 1990-1994 гг. произошло заметное уменьшение площади обрабатываемых земель, сокращение объемов вносимых удобрений и животноводческих стоков; уменьшилась загрязненность вод аммонием, зато появился очаг загрязнения нитратами. Причиной его возникновения следует считать окисление ионов аммония в грунтовых водах, поскольку область с повышенным содержанием нитратов территориально совпадает с областью аммонийного загрязнения в предыдущий период.

- В 1995-1999 гг. произошло резкое увеличение содержания аммонийного азота на большей части территории Приишимья, а нитратного азота — на большей части обрабатываемых земель северной лесостепи. В климатическом отношении этот период ненамного отличался от предыдущего, а внесение удобрений и сброс стоков были самыми низкими, что подтверждается наименьшим с 1985 г. содержанием нитритов, промежуточного продукта окисления. Беспрецедентно высокий уровень загрязнения в таких условиях связан с превышением буферной емкости географических систем. Начались процессы вторичного загрязнения, вымывания в грунтовые воды поглощенных ранее почвогрунтами азотных соединений.

- В 2000-2004 гг. загрязненность грунтовых вод постепенно уменьшалась. Благодаря низким поступлениям загрязнителей почвогрунты очищались от избытка минеральных азотных соединений. Южная лесостепь, где миграционные процессы более интенсивны, очистилась полностью. Аммонийное загрязнение пока сохраняется на большей части северной лесостепи. Загрязнение нитратами превышает ПДК лишь в окрестностях г. Ишим и бассейне р. Карасуль. В эти годы произошло увеличение поступления аммонийного азота в результате хозяйственной деятельности, вызвавшее некоторый рост концентрации нитритов.

- В 2005-2009 гг. загрязненность грунтовых вод вновь начала повышаться. В южной лесостепи сформировались очаги загрязнения, преимущественно аммонийного. Долина р. Ишим подвержена значительному нитратному и аммонийному загрязнению. Высокие концентрации аммонийного азота свидетельствуют о свежем загрязнении. Возможно, это связано с ростом сельскохозяйственного производства в результате реализации национального проекта «Развитие АПК».

Загрязняющее воздействие урбанизированной территории. Ишим — самый крупный населенный пункт российского Приишимья. Высокие концентрации биогенов в створе города на р. Ишим и обширные очаги значительного загрязнения вокруг города свидетельствуют о решающем влиянии его на экологическое состояние поверхностных и подземных вод Приишимья.

Нами исследовано экологическое состояние городского водоема — старицы Ишимчик, которая находится в высокоурбанизированной зоне. Точки исследования выбраны равномерно, практически на всем протяжении старицы в местах предполагаемого загрязнения, а также в предположительно чистых местах.

Максимальное количество аренов (табл. 4) в воде отмечается в точках наиболее интенсивной антропогенной (вблизи автодороги и местонахождении гаражей). В точке 1, вблизи автострады, количество углеводов, в том числе и ароматических, максимально: 3,94 мг/л (ПДК=0,5 мг/л). В точке 4 (гаражный кооператив «Южный») при загрязненности воды (4 ПДК) отмечается очень высокое содержание ароматических углеводов (мг/кг) и смол (1,5 г/кг) в грунтах.

Таблица 4

Результаты препаративного химического анализа проб воды и грунтов старицы Ишимчик на содержание углеводов

№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
вода (мг/л)										
ГФК *	5.224	2.362	1.783	2.92	1.57	1.412	0.728	0.474	0.678	0.456
арены	3.94	2.01	1.5	2.07	1.15	0.91	0.70	0.40	0.62	0.381
смолы	0.027	0.013	0.013	0.039	0.013	0.009	0.007	0.030	0.037	0.050
грунт (мг/л):										
арены	2.73	5.98	18.4	1100.	28.4	20.25	35.8	322	23.6	22
смолы	63.3	241.0	30.1	1518	822	4.8	6.0	291.1	3903	556.5
снег (мг/л):										
ГФК*, мг/л	2.70	—**	—	—	—	—	2.58	—	—	4.59
арены, мг/л	1.66	—	—	—	—	—	1.30	—	—	2.88
смолы, мг/л	0.03	—	—	—	—	—	0.012	—	—	0.023
таяя вода (мг/л):										
ГФК, мг/л	3.61	—	—	—	—	—	3.14	—	—	3.41
арены, мг/л	3.28	—	—	—	—	—	2.53	—	—	2.74
смолы, мг/л	0.07	—	—	—	—	—	0.007	—	—	0.052

Примечание. * ГФК — гидрофобные компоненты.

** «-» — нет данных

Это связано с деятельностью гаражного кооператива: сбросом отработанных масел, мазута, топлива, отходов от мойки машин, выбросами несгоревшего топлива. Поэтому за счет поверхностного стока во время атмосферных осадков и снеготаяния все загрязнение с территории кооператива сносится в водоем. Судя по высокому содержанию аренов (71%) в воде и повышенному содержанию смол, загрязнение в точке 4 идет постоянно.

В точках 6, 7, условно названных контрольными, экологическая ситуация несколько лучше, чем в остальных исследуемых точках. Содержание ароматических углеводородов в воде до 1,5-2 раз превышает ПДК, содержание же смолистых углеводородов невелико, особенно в грунтах (4,8-6,0 мг/кг). Это говорит о том, что в этих точках нет постоянного интенсивного сброса загрязнителей. Загрязненность же воды аренами обусловлена движением воды во всем водоеме за счет естественной конвекции, при этом загрязнение из отдельных мест по гидроканалу распространяется на весь водоем.

Содержание гидрофобных компонент (ГФК) и аренов в трех исследуемых точках проб талой воды близко друг к другу. Однако содержание смол в талой воде в условно контрольной точке 7 существенно меньше. Это закономерно, поскольку в точках 1, 10 (вблизи автодороги) загрязнение нефтепродуктами носит хронический и долговременный характер.

Таким образом, исследования группового и индивидуального состава загрязнения по *органическим компонентам* показали, что в районах автодорог, жилой зоны в воду старицы попадают нефтепродукты в концентрациях, превышающих предельно допустимые.

Анализ данных по загрязнению старицы *неорганическими компонентами* показывает щелочной характер воды, среднюю удельную проводимость воды Ишимчика — 0,92. Это связано с замедленным характером водообмена, сильной засоленностью, загрязненностью бытовыми отходами (синтетическими моющими средствами и т.п.). Кроме того, в воде старицы отмечено высокое содержание ионов натрия, калия, хлора. Следовательно, вода старицы сильно засолена, что приводит к бурному развитию водорослей и снижению газообмена.

Наиболее адекватную оценку экологическому состоянию водного объекта дает *токсичность*. Для выяснения токсичности в качестве тест-объектов нами использованы светящиеся микроорганизмы *Photobacter Fisheri* и ветвистоусый рачок *Daphnia magna* Straus.

Картина острой токсичности (рис. 2) хорошо коррелирует со сведениями, полученными при химическом анализе донных грунтов, а именно: с содержанием в них ароматических углеводородов и смол. Высокотоксичными являются пробы грунта точки 4 (гаражный кооператив «Южный») — (токсичность 0,81 условных единиц); токсичными являются пробы в точках 1 (район автоколонны и автостреды) и 2 (жилая зона, район автоколонны и автодрома). Умеренно токсичны пробы в точках 9 (цех ширпотреба) и 10 (жилая зона возле автостреды).



Рис. 2. Токсичность донного грунта и вод старицы Ишимчик по данным биотестирования

Одним из критериев оценки степени химического загрязнения поверхностных вод [3] служит коэффициент донной аккумуляции (КДА), равный отношению концентрации веществ в донных отложениях к концентрации их в воде. Ситуация считается относительно удовлетворительной при КДА=10, чрезвычайной при КДА=10³-10⁴ и экологическим бедствием при КДА более 10⁴. Определение ситуации на разных участках озера выполнено в табл. 5.

Таблица 5

Экологическая ситуация старицы Ишимчик по КДА углеводородов

№ точки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
вода (мг/л)										
арены	3.94	2.01	1.5	2.07	1.15	0.91	0.70	0.40	0.62	0.381
смолы	0.027	0.013	0.013	0.039	0.013	0.009	0.007	0.030	0.037	0.050
грунт (мг/л):										
арены	2.73	5.98	18.4	1100.	28.4	20.25	35.8	322	23.6	22
смолы	63.3	241.0	30.1	1518	822	4.8	6.0	291.1	3903	556.5
КДА										
арены	16	120	20	733	715	5	9	728	6295	1461
смолы	101	460	1415	28205	2185	2250	5114	10733	638	440

По аренам экологическая ситуация в точках 1-3, 5-6 удовлетворительная, в точках 4-5, 8-10 — чрезвычайная. По смолам соответственно удовлетворительная в точках 1-2, 10; чрезвычайная — в точках 3, 5-7, 9; бедственная — в точках 4, 8.

Таким образом, опасность массового загрязнения водоносного горизонта Приишимья остается актуальной. Причинами этого являются слабая дренированность ландшафтов Ишимской равнины, низкая экологическая культура населения, повсеместное нарушение природоохранного законодательства. Продолжается накопление загрязнителей в водных объектах, экологическое состояние малых рек остается бедственным. Буферная емкость геосистем еще близка к насыщению, что в условиях несоблюдения природоохранного законодательства, отсутствия и недостаточного качества работы очистных сооружений чревато увеличением площади загрязнения подземных вод. Урбанизированные территории Приишимья оказывают отрицательное воздействие на водные объекты, увеличивая их истощение и деградацию. В свою очередь, загрязнение водных объектов приводит к снижению качества питьевой воды, что в конечном итоге отрицательно сказывается на здоровье населения. В условиях обмеления р. Ишим и понижения уровня грунтовых вод такое состояние водных объектов может привести Приишимье к экологической катастрофе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. URL: <http://www.rg.ru/2009/06/23/voda.html>.
2. Казанцев В.А. Проблемы педоалогенеза: на примере Барабинской равнины. Новосибирск: Наука, 1998. 280 с.
3. Критерии оценки экологической обстановки территорий для выявления зон чрезвычайной экологической ситуации и зон экологического бедствия: Методика. Министерство природных ресурсов РФ, 30 ноября 1992 г.
4. Лезин В.А. Реки Тюменской области (южные районы). Тюмень: Вектор Бук, 1999. 194 с.
5. Мезенцев В. С., Карнацевич И. В. Увлажненность Западно-Сибирской равнины. Л.: Гидрометеорологическое издательство, 1969. 168 с.
6. Режимные наблюдения агрохимической службы ГСАС «Ишимская».
7. СанПиН 2.1.4.1074-01. Санитарные правила и нормы. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. М.: Минздрав России, 2002. 103 с.