

## **Эколого-гидрогеохимическая характеристика подземных вод Липецкой области**

Систематизированы данные по особенностям эколого-гидрогеохимического состава продуктивных водоносных горизонтов г. Липецка. Выявлены ведущие загрязняющие элементы, обозначены источники их поступления. Проведено эколого-гидрогеохимическое районирование с выделением зон экологической оценки подземных вод для перспектив дальнейшего освоения водоносных горизонтов.

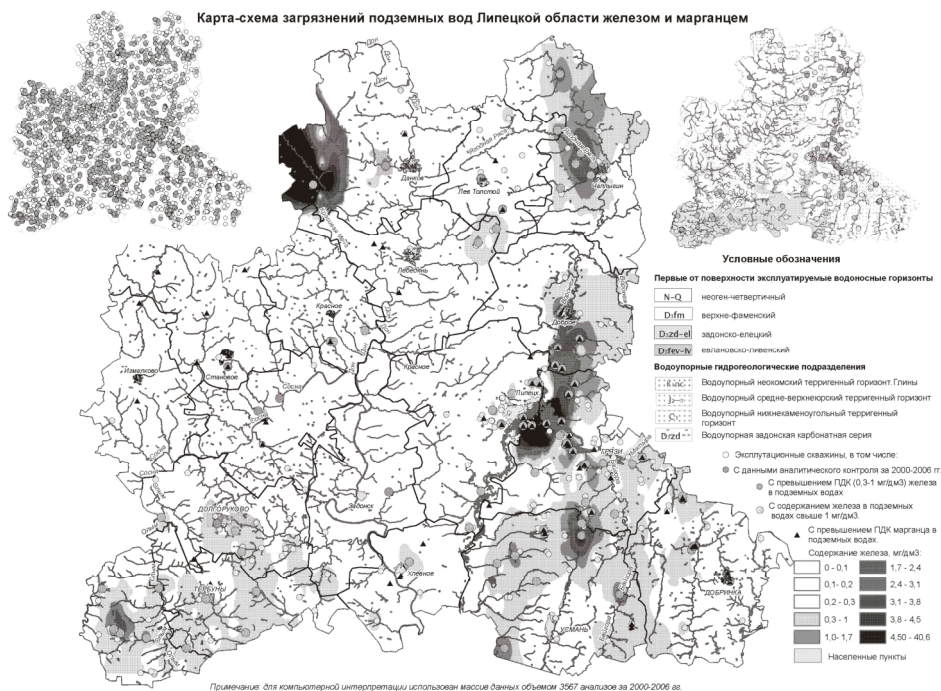
Эколого- гидрогеохимическая характеристика подземных вод Липецкой области проводится с учетом многолетних исследований проводимых ОАО «Липецкгеология» и «Липецкгеомониторинг».

Общий химический состав подземных вод Липецкой области, несмотря на различия по условиям залегания трещинно-карстовых вод верхне-девонской водоносной системы и порово-пластовых – неоген-четвертичного терригенного комплекса, достаточно однородный, с некоторыми отличиями (рис. 1). Подземные воды, связанные с молодыми терригенными толщами, протекающими в юго-восточной части Липецкой области, относятся к гидрокарбонатному и сульфатно-гидрокарбонатному классам с некоторым преобладанием последних. По катионному составу преобладает группа натриево-кальциевых и натриево-магниевых вод над магниевыми. Верхне-фаменский горизонт расположен в северной части Липецкой области, характеризуется резким преобладанием вод гидрокарбонатного типа над сульфатно-гидрокарбонатным типом. Для задонско-елецкого горизонта, занимающего центральную часть Липецкой области, в том числе и сам г. Липецк, характерно приблизительное равенство между гидрокарбонатными и сульфатно-гидрокарбонатными типами вод с преобладанием магниевых вод. Воды евлановско-ливенского горизонта, протекающие в юго-западной части Липецкой области, относятся к гидрокарбонатному и сульфатно-гидрокарбонатному типам, а по катионному составу – к магниевым и натриево-кальциевым группам, иногда с примесью магниевой составляющей. Изменения модуля подземного стока по всей территории составляет от 1 до 2 л/с/км<sup>2</sup>. Так модуль подземного стока неоген-четвертичного водоносного горизонта составляет от 1-1,5 л/с/км<sup>2</sup>, для задонско-елецкого горизонта 2 л/с/км<sup>2</sup> и верхне-фаменского горизонта 1,5 л/с/км<sup>2</sup>.

**Карта - схема  
общего химического  
состава подземных вод  
основных водоносных  
горизонтов  
Липецкой области**



**Рис. 1.**



**Рис. 2.**

На территории Липецкой области были проведены исследования по загрязнению подземных вод железом и марганцем.

Проведенные результаты показали, что для большей части территории Липецкой области концентрации железа находятся в пределах 0-0,1 мг/дм<sup>3</sup> (рис. 2). При этом наблюдается

целый ряд участков с природным загрязнением железом в Добровском, Усманском, Грязинском, Чаплыгинском, Тербунском и Воловском районах. Повышенной железистостью обладают трещинно-карстовые воды евлановско-ливенского и, особенно, порово-пластовые неоген-четвертичного комплекса. Фоновые концентрации для них лежат в области значений 0,1-0,3 мг/дм<sup>3</sup>, на некоторых площадях повышаясь до 1 мг/дм<sup>3</sup>. Следует подчеркнуть, что наиболее высокие содержания железа характерны для подземных вод терригенных толщ неоген-четвертичного возраста и карбонатных пород верхнедевонского возраста в пределах Окско-Донской неотектонической депрессии. Повышенные сверхнормативные концентрации марганца на территории Липецкой области зафиксированы в более 60 пунктах опробования (скважин) подземных вод. Большой частью они сопутствуют очагам загрязнения железом и более распространены на площадях распространения подземных вод неоген-четвертичного комплекса. Концентрации марганца не превышают 0,2-0,3 мг/дм<sup>3</sup>.

Для эколого-гидрогеохимической оценки подземных вод производился анализ и систематизация имеющегося материала. Произведена комплексная оценка подземных вод первых от поверхности эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов.

Уровень загрязнения подземных вод оценивался в кратных значениях относительно ПДК отдельно для элементов 1, 2 и 3-4 классов опасности. [1]

Оценка эколого-гидрогеохимического состояния подземных вод отражена на карте (рис. 3). В пределах территории Липецкой области можно выделить следующие зоны, отличающиеся по экологическим параметрам:

- 1) экологической нормы,
- 2) экологического риска,
- 3) экологического кризиса,
- 4) экологического бедствия.

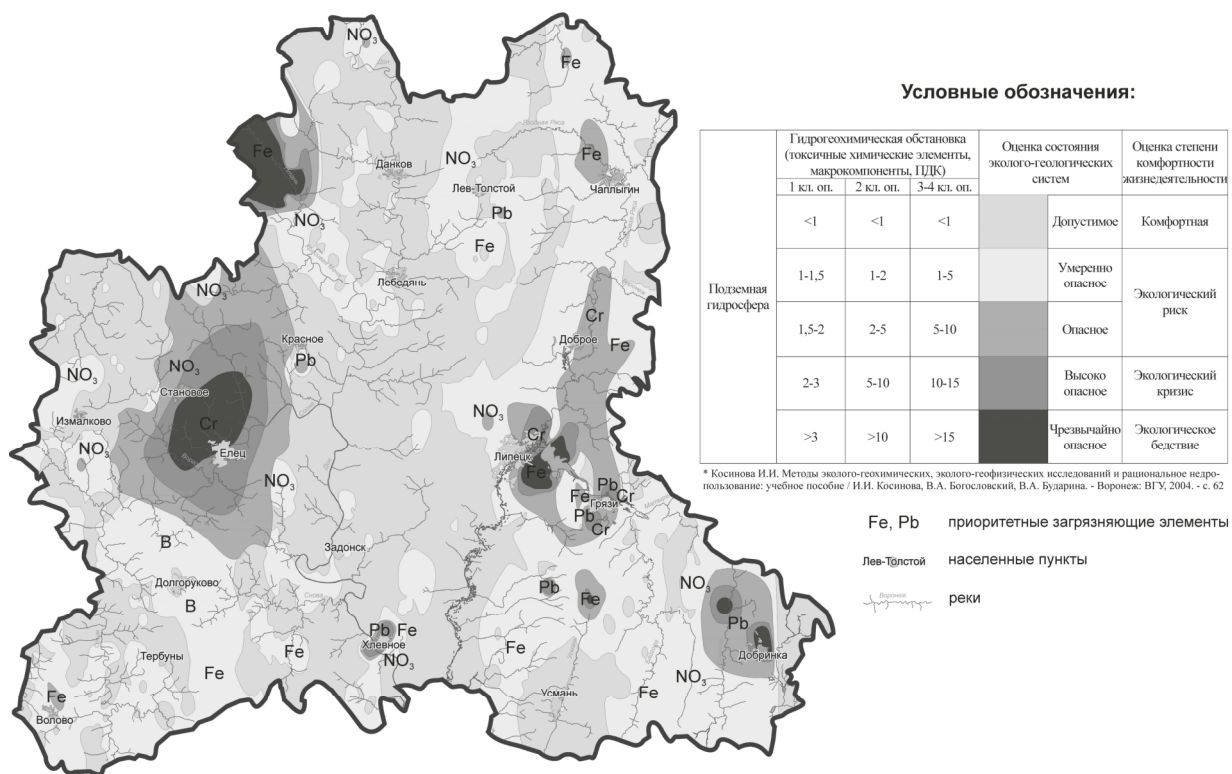
1) Зона экологического бедствия включает в себя участки с чрезвычайно опасной оценкой состояния эколого-геологических систем. Они связаны с повышенными концентрациями железа, хрома и свинца. Крупный участок повышенного содержания хрома в водах задонско-елецкого водоносного горизонта расположен между райцентрами Елец и Становое (0,75-9,18 мг/дм<sup>3</sup>). Два локальных участка загрязнения свинцом вод неоген-четвертичного водоносного горизонта зафиксированы в Добровском районе (более 0,1 мг/дм<sup>3</sup>). Выделено 3 участка с чрезвычайно опасной оценкой по содержанию железа:

- 1) небольшой ореол загрязнения железом подземных вод неоген-четвертичного возраста в верховьях р. Усмани в Усманском районе, совпадающий по площади с железнодорожной станцией Дрязги;
- 2) участок загрязнения вод неоген-четвертичного горизонта в районе г. Липецк;

3) крупная зона загрязнения подземных вод верхне-фаменского водоносного горизонта в северо-западной части области в Данковском районе.

В пределах этих участков концентрации железа превышают  $4,5 \text{ мг/дм}^3$ , достигая  $40,6 \text{ мг/дм}^3$ .

**Эколого-гидрогеохимическая карта Липецкой области.**



**Рис. 3.**

2. Зона экологического кризиса включает в себя участки с высоко опасной оценкой состояния эколого-геологических систем. Они также выделяются по повышенным концентрациям железа, хрома и свинца. Эти участки в основном соответствуют выделенной ранее зоне экологического бедствия, превышая ее по площади. Кроме того, появляются другие локальные участки загрязнения. Участки повышенного содержания хрома в водах задонско-елецкого водоносного горизонта с концентрациями  $0,5-0,75 \text{ мг/дм}^3$  наблюдаются в районе г. Липецка и г. Грязи. Во втором случае они совпадают с аномалиями свинца ( $0,05-0,01 \text{ мг/дм}^3$ ). Аналогичные участки загрязнения вод евлановско-ливенского водоносного горизонта свинцом наблюдаются в северной части Усманского района и в области расположения райцентра Хлевное. Участок загрязнения железом вод верхне-фаменского водоносного горизонта с концентрациями  $3-4,5 \text{ мг/дм}^3$  появляется в северо-восточной части области в районе г. Чаплыгин.

3. Зона экологического риска включает в себя участки с опасной и умеренно опасной оценкой состояния эколого-геологических систем. Участки с опасной оценкой состояния экосистем по большей части совпадают с зоной экологического кризиса, однако имеют большую площадь распространения.

Небольшие локальные участки опасного загрязнения вод верхне-фаменского горизонта свинцом ( $0,02-0,05 \text{ мг/дм}^3$ ) наблюдаются севернее райцентра Красное и северо-восточнее райцентра Лев-Толстой и железом ( $1,5-3 \text{ мг/дм}^3$ ) в северо-восточной части Чаплыгинского района, а также вод евлановско-ливенского водоносного горизонта железом южнее райцентра Волово. Участок опасного загрязнения вод задонско-елецкого водоносного горизонта хромом ( $0,25-0,5 \text{ мг/дм}^3$ ), имеющий место в районе городов Липецк и Грязи, протягивается выше по течению реки Воронеж в центральной части Добровского района. Кроме того, на территории области выделяются участки с опасной оценкой экосистем по содержанию нитратов ( $225-259,7 \text{ мг/дм}^3$ ) в водах задонско-елецкого водоносного горизонта северо-восточнее г. Липецк и южнее райцентра Измалково, а также в водах верхне-фаменского водоносного горизонта в северной части области в Данковском районе. Участок с умеренно опасной оценкой экосистем по содержанию бора ( $0,5-2,399 \text{ мг/дм}^3$ ) в водах евлановско-ливенского водоносного горизонта наблюдается в Долгоруковском районе в юго-западной части области. Практически во всех районах Липецкой области имеют место участки, характеризующиеся сверхнормативными концентрациями нитратов ( $45-225 \text{ мг/дм}^3$ ) и повышенной жесткостью ( $7-15,95 \text{ мг-экв/дм}^3$ ).

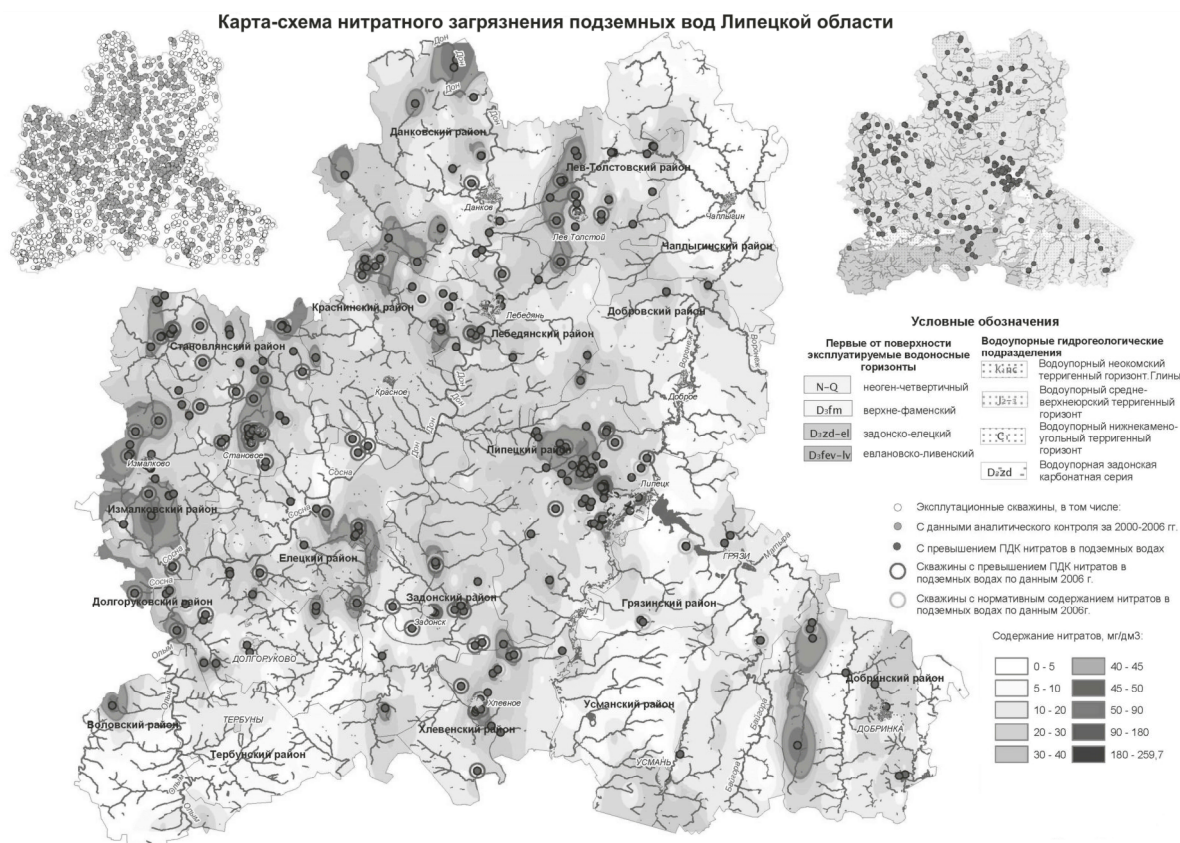
Наиболее крупные участки загрязнения подземных вод нитратами расположены в Липецком, Елецком, Становлянском, Измалковском районах - задонско-елецкий водоносный горизонт, Лебедянском, Данковском, Лев-Толстовском районах – верхне-фаменский горизонт, Хлебенском районе – евлановско-ливенский горизонт и Добринском районе – неоген-четвертичный водоносный комплекс.

Участок с умеренно опасным загрязнением хромом ( $0,05-0,25 \text{ мг/дм}^3$ ) протягивается вдоль восточной части области на территории Чаплыгинского, Добровского, Липецкого и Грязинского районов. Участки загрязнения свинцом ( $0,01-0,02 \text{ мг/дм}^3$ ) соответствуют описанным выше, имеющим опасную оценку, наиболее масштабный из них - в Добринском районе - связан с водами неоген-четвертичного комплекса. Также достаточно широко распространено умеренно опасное загрязнение железом ( $0,3-1,5 \text{ мг/дм}^3$ ). Участки сосредоточены в восточной, южной и северо-западных частях Липецкой области – в Чаплыгинском и Данковском районах (верхне-фаменский горизонт), Добровском, Липецком, Грязинском, Усманском и Добринском районах (неоген-четвертичный водоносный комплекс), Воловском, Тербунском, Долгоруковском и Хлебенском районах (евлановско-ливенский горизонт).



4. Зона экологической нормы включает в себя участки с допустимой оценкой состояния эколого-геологических систем. На этой территории концентрации загрязняющих веществ не превышают санитарные нормы. Такая зона проходит широкой полосой вдоль центральной части Липецкой области (водораздел Дон-Воронеж), а также захватывает крупные участки на территориях Измалковского, Становлянского, Тербунского Усманского районов. Удовлетворительное состояние подземных вод данных территорий объясняется незначительной техногенной нагрузкой и относительно высокой естественной защищенностью подземных вод.

Одним из наиболее опасных загрязняющих веществ на территории Липецкой области являются нитраты, локальные и площадные аномалии которых с концентрациями, превышающими ПДК, разбросаны по большинству районов области. Это повсеместно распространенный компонент антропогенного происхождения.



**Рис.4.**

Фоновые концентрации нитратов для разных частей области достаточно четко отличаются (рис. 4). Для левобережья р. Воронеж (Окско-Донская низменность) в восточной части области в полосе распространения неоген-четвертичных отложений, а также в юго-западной, где водоснабжение ведется за счет евлановско-ливенского горизонта, «фоном» можно счи-

тать содержания в пределах единиц до 20 мг/дм<sup>3</sup>, аномальные значения 20-30 мг/дм<sup>3</sup>. В центральной и северной части области фоновые концентрации находятся в пределах 20-40 мг/дм<sup>3</sup>, аномальные более 45 мг/дм<sup>3</sup> до 259,7 мг/дм<sup>3</sup>.

По результатам опробования ведущими экологическими предприятиями в период до 1970 г. средние концентрации по области не превышали 12-13 мг/дм<sup>3</sup> при колебаниях от 15-16 мг/дм<sup>3</sup>, лишь 3 пробы показали концентрации немногим выше санитарного порога (45 мг/дм<sup>3</sup>). Средние концентрации по области за 2000-2006 годы – 26 мг/дм<sup>3</sup>, т.е. за почти сорокалетний период они выросли в 2 раза, а по Липецкому промрайону в 3 раза – до 36-40 мг/дм<sup>3</sup>. При этом число пунктов опробования (скважин) с превышением ПДК в подземных водах превысило 300 (с учетом г. Липецка). В настоящее время около 130 населенных пунктов пользуются подземными водами в той или иной мере загрязненными нитратами выше санитарных норм. [3]

На общем повышенном фоне выделяются несколько четких площадных аномалий в Липецком, Становлянском, Данковском, Лев-Толстовском, Измалковском и Хлевенском районах. В очагах загрязнены зона аэрации до глубины 10-12 м, поверхностные воды и донные осадки. Максимальные концентрации нитратов в грунтах установлены в пониженных частях рельефа – оврагах и балках, дренирующих область размещения источников загрязнения. Преимущественный механизм распространения загрязнения - путем смыва с поверхности и сброса сточных вод в овражно-балочную сеть, прорезающую покровные отложения почти до кровли карбонатных пород, изобилующую карстовыми проявлениями. Как гидрографическая сеть, так и карст сопряжены с повышенной трещиноватостью в зонах разрывных нарушений, по которым, собственно, и происходит захват загрязненных вод депрессиями вокруг групповых городских водозаборов.

Водоснабжение г. Липецка основано на эксплуатации нескольких месторождений подземных вод задонско-елецкого водоносного горизонта с суммарными запасами 463 тыс. м<sup>3</sup>/сутки. Среднее содержание нитратов в подземных водах по всем месторождениям, питающим город, взвешенное на количество запасов – 35,2 мг/дм<sup>3</sup>. При этом следует учесть, что в 1960-1970 годы содержания нитратов не превышали 15-16 мг/дм<sup>3</sup>. При всех колебаниях содержания нитратов с 1990 г. росли и продолжают расти. В настоящее время нормативное качество подаваемой населению воды достигается путем смешения с разных водозаборов в закольцованной системе водоподачи. [2]

По другим крупным населенным пунктам выделяются райцентры: Становое, где из 17 скважин 14 дают воду с превышением норм по нитратам, Измалково – почти все скважины регулярно показывают превышения концентраций нитратов в воде. В райцентре Хлевное половина водоисточников заражена нитратами сверх ПДК. В сельской местности насчитывает-

ся более 130 поселений, употребляющих воду, в той или иной мере зараженную нитратами. [5]

На территории области имеет место широкий спектр загрязняющих веществ в подземных водах: соединения азота, железо, марганец, нефтепродукты, свинец, хром, стронций, барий, сурьма, ртуть, бор, сера, медь, и др. Наиболее распространены в концентрациях, превышающих ПДК, следующие компоненты: нитраты, железо, свинец, хром, бор. [4]

По этим загрязняющим веществам было проведено эколого-гидрогеохимическое районирование территории Липецкой области с выделением зон по степени комфортности жизнедеятельности. Основное промышленное производство сосредоточено в городах Липецке, Ельце, Грязи, Лебедяни, Данкове, Чаплыгине.

Учитывая, что большая часть территории Липецкой области характеризуется допустимой и умеренно опасной оценкой состояния эколого-геологических систем, то общее экологическое состояние подземных вод следует оценивать как состояние экологического риска.

Опасным потенциальным источником заражения подземных вод азотными соединениями являются поля фильтрации очистных сооружений молочных заводов, имеющих почти в каждом районе области, и коммунальных предприятий сельской местности. Очень важную роль в загрязнении подземных вод играют соединения нитратов, источником которых являются полигоны ТБО, которые распространены по всей Липецкой области. В Липецкой области эксплуатируется тридцать один полигон для захоронения ТБО, при этом только восемь полигонов отвечают санитарно-гигиеническим требованиям.

## Литература

1. Беспаятов Г.П. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде / Г.П. Беспаятов, Ю.А.Кротов. – Л., 1985. - 528с
2. Бойко С.М. О состоянии и использовании водных ресурсов на территории Липецкой области в 2006 году / Бойко С.М., В.М. Константинов и др. – Донское бассейновое водное управление, Отдел водных ресурсов по Липецкой области. – Липецк, 2007. – 410 с.
3. Дюнин В.И. Отчет о результатах изучения загрязнения нитратами подземных вод на водозаборах г. Липецка, расчет зон санитарной охраны и разработка рекомендаций по ликвидации нитратного загрязнения / В.И. Дюнин. – Липецк: Липецкий филиал ФГУ «Геоинфотека», 2001-68с.
4. Прудовский Э.Л. Выявление причин и источников загрязнения подземных вод в Липецкой области / Э.Л. Прудовский, Л.С. Путилина, Н.В. Бодрова. – Липецк: Липецкий филиал ФГУ ТФИ, 2006. – 71 с.
5. Прудовский Э.Л. Количественное и качественное состояние подземных вод Липецкой области / Э.Л. Прудовский. – Липецк: Липецкий филиал ФГУ ТФИ, 2007. – 58 с.