

Научная статья

Original article

УДК 567.6:568.1:551.79(470.325)

doi: 10.55186/2413046X_2024_9_5_249

**ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА
ПЛОХО ДРЕНИРОВАННЫХ ВОДОРАЗДЕЛАХ В ПРЕДЕЛАХ
СРЕДНЕРУССКОЙ ЛЕСОСТЕПИ**
**HYDROCHEMICAL PECULIARITIES OF GROUNDWATER IN
POORLY DRAINED WATERSHEDS WITHIN THE CENTRAL RUSSIAN
FOREST-STEPPE**



Строгонова Людмила Николаевна, доцент, кандидат географических наук, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская федерация; e-mail: sln904@mail.ru, ORCID 0009-0008-8930-7186

Дешевых Галина Юрьевна, ассистент, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская федерация; e-mail: lina8686@mail.ru, ORCID 0000-0002-1143-546X

Корабельников Николай Анатольевич, директор ООО «Акма-Универсал»; ст. преподаватель, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская федерация; e-mail: korabel_na@mail.ru; ORCID 0000-0002-2289-0230

Strogonova Lyudmila Nikolaevna, associate professor, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: sln904@mail.ru; ORCID 0009-0008-8930-7186

Deshevykh Galina Yurievna, assistant, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: lina8686@mail.ru, ORCID 0000-0002-1143-546X

Korabelnikov Nikolay Anatolevich, Director of LLC "Akma-Universal"; Senior Lecturer, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; e-mail: korabel_na@mail.ru; ORCID 0000-0002-2289-0230

Аннотация. *Введение.* В границах развития донского ледникового языка в пределах Среднерусской лесостепной провинции на плохо дренированных водоразделах, в условиях близкого от поверхности уровня грунтовых вод, формируются условия для накопления сульфатов и хлоридов, что может привести к засолению почв.

Методика. На основе материалов, представленных в отчетах о гидрогеологических съемках (доизучении) масштаба 1:200000 и проведенных в пределах Среднерусской лесостепной провинции проведен анализ гидрохимических особенностей полигенетического водоносного горизонта, в частности содержание в подземных водах сульфатов и хлоридов. Северная часть листов гидрогеологических съемок согласно физико-географического районирования относятся к подзоне северной лесостепи, а южная часть листов – это подзона южной лесостепи. Разница показателей основных климатических параметров между м. ст. Тамбов и м. ст. Лиски составляет: - по годовому количеству осадков 125 мм (560 – 435 мм); - по среднегодовым температурам – 1,3 °С (5,0 – 6,3) ; - по среднемесячным температурам января – - 2,1 °С (-10,9 - -8,8); - по среднемесячным температурам июля – + 1,4 °С (19,8 - 21,2). Проанализированные пробы отобраны из относительно водоносного ниже-верхнечетвертичного полигенетического горизонта. Анализ содержания сульфатов и хлоридов проведено по 620 пробам, из них 385 проб –это северная часть изучаемой территории (север лесостепи), 235 проб южная часть (юг лесостепи).

Результаты и обсуждение. Повышенное содержание сульфатов и хлоридов в ниже-верхнечетвертичном полигенетическом горизонте в южной части Среднерусской лесостепной провинции объясняется влиянием зональных климатических факторов: среднегодовой температурой и количеством атмосферных осадков. Выборки содержания сульфатов и хлоридов имеют значительную положительную асимметрию, поэтому при характеристике ниже-верхнечетвертичного полигенетического горизонта,

их концентрации следует оценивать не по средним, а по медианным значениям.

Abstract. *Introduction.* Within the boundaries of the Don glacial tongue development within the Middle Russian forest-steppe province, conditions for sulfate and chloride accumulation, which can lead to soil salinization, are formed on poorly drained watersheds in conditions of groundwater level close to the surface.

Methodology. On the basis of materials presented in reports on hydrogeological surveys (pre-study) of scale 1:200000 and carried out within the limits of the Central Russian forest-steppe province the analysis of hydrochemical features of polygenetic aquifer, in particular the content of sulfates and chlorides in groundwater was carried out. The northern part of the hydrogeological survey sheets according to physiographic zoning belong to the northern forest-steppe subzone, and the southern part of the sheets is the southern forest-steppe subzone. The difference of indicators of the main climatic parameters between m. st. Tambov and m. st. Liski is: - by annual precipitation 125 mm (560 - 435 mm); - by mean annual temperatures - 1.3 0C (5.0 - 6.3) ; - by mean monthly temperatures of January - - 2.1 0C (-10.9 - -8.8); - by mean monthly temperatures of July - + 1.4 0C (19.8 - 21.2). The analyzed samples were taken from relatively water-bearing lower-upper Quaternary polygenetic horizon. Sulfate and chloride content was analyzed for 620 samples, of which 385 samples were taken from the northern part of the study area (north of the forest-steppe) and 235 samples from the southern part (south of the forest-steppe).

Results and discussion. The increased content of sulfates and chlorides in the lower-upper quaternary polygenetic horizon in the southern part of the Central Russian forest-steppe province is explained by the influence of zonal climatic factors: mean annual temperature and amount of precipitation. Samples of sulfate and chloride contents have significant positive asymmetry, therefore, when

characterizing the lower-upper Quaternary polygenetic horizon, their concentrations should be estimated not by mean, but by median values.

Ключевые слова: лесостепь, климатические факторы, сульфаты, хлориды, плотность распределения вероятности

Key words: forest-steppe, climatic factors, sulfates, chlorides, probability distribution density

Введение

В границах развития донского ледникового языка в пределах Среднерусской лесостепной провинции [1] широко развиты плохо дренированные водораздельные пространства, которые характеризуются близким от поверхности уровнем грунтовых вод. В таких условиях на гидрохимический состав подземных вод большое влияние оказывают зональные климатические факторы.

Целью статьи является анализ гидрохимических особенностей полигенетического водоносного горизонта, сформировавшегося на донской морене и в перекрывающих ее водно-ледниковых и лессоидных образованиях, в пределах северной и южной зон Среднерусской лесостепной провинции.

Методика

Статья подготовлена на основе материалов, представленных в отчетах о гидрогеологических съемках (доизучении) масштаба 1:200000 листов N-37-XXX (Тамбов) [2], N-37-XXXVI (Котовск), N-38-XXXI (Кирсанов), M-37-X (Лиски), M-37-XVI (Россошь) [3] и гидрогеологической съемки масштаба 1:100000 на территории федерального полигона Каменная Степь [4] (Рис. 1).

Северная часть листов гидрогеологических съемок согласно физико-географического районирования относится к подзоне северной лесостепи или северной части типичной лесостепи, а южная часть листов – это подзона южной лесостепи и, частично, юг типичной лесостепи [8].

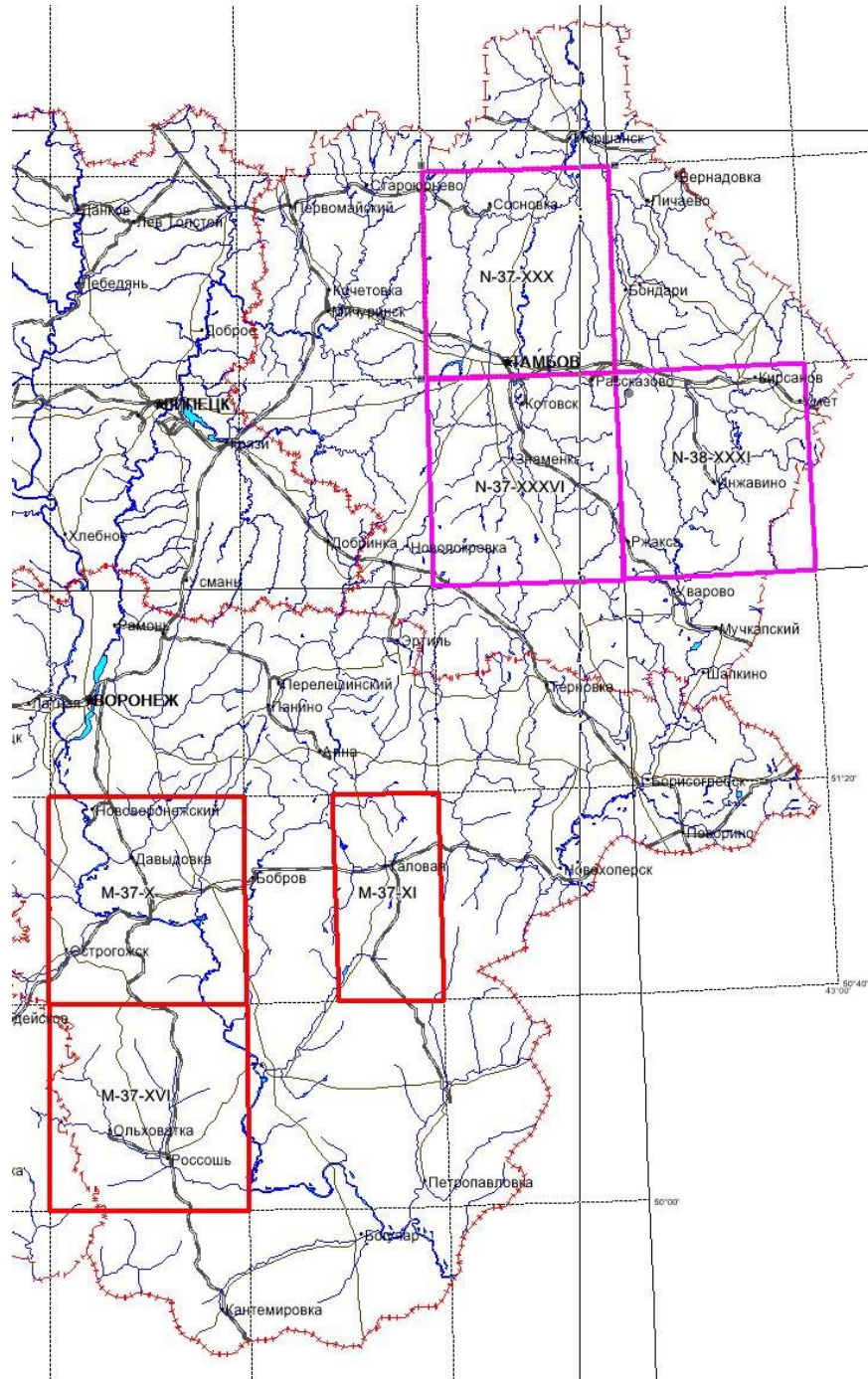


Рисунок 1 Схема расположения листов гидрогеологических съемок:

- северная лесостепь; - южная лесостепь

[Fig. 1 Location scheme of hydrogeological survey sheets: - northern forest-steppe; - southern forest-steppe]

Проанализировано содержание сульфатов и хлоридов в первых от поверхности водоносных горизонтов, распространенных на плох

дренированных водораздельных пространствах. При близком, от поверхности, залегании уровня грунтовых вод, содержания именно сульфатов и хлоридов определяют степень засоленности почв.

Всего для анализа использована выборка про 620 пробам, отобранных из полигенетического водоносного горизонта, приуроченного к моренным отложениям и, перекрывающих их водноледниковых и лессоидных образований.

Обсуждение результатов

Для описания климата северной лесостепи использовались метеорологические данные по метеостанции Тамбов за период наблюдений с 1918 по 1985 [5].

Средние месячные температуры января составляют минус 10,9°C (табл. 1). Среднее число дней со снежным покровом – 135. В Тамбове максимальные скорости ветра наблюдаются в декабре и составляют 4,3 м/с. Средняя месячная температура июля составляет 19,8°C.

Осень, характеризуется большими суточными амплитудами температур. Температура почвы начинает резко снижаться в октябре, и в ноябре уже достигает отрицательных температур (минус 5°C).

Таблица 1

Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха, °С

м.ст. Тамбов												
I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
-10.9	-10.3	-4.6	6.0	14.1	18.1	19.8	18.6	12.5	5.2	-1.4	-7.3	5.0

Основные климатические характеристики по метеостанции Тамбов приведены в таблицах 2, 3 [2].

Таблица 2

Климатические параметры холодного периода года по м.ст. Тамбов

Температура возд. наиболее холодных суток, °С, обеспеч.		Температура возд. наиб. холодной пятидневки, °С обеспеч.		Продолжительность, сутки и средняя температура воздуха, периода со средней суточной температурой воздуха					
0,98	0,92	0,98	0,92	≤ 0°С		≤ 8°С		≤ 10°С	
				Продолж	Ср.темп.	Продолж	Ср.темп.	Продолж	Ср.темп.
-34	-32	-30	-28	140	-7	201	-3.7	217	-2.7
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0.94									-16
Абсолютная минимальная температура воздуха, °С									-39
Средняя суточная амплитуда температуры воздуха наиболее холодного месяца, °С									6.7
Количество осадков за ноябрь – март, мм									194

Таблица 3

Климатические параметры теплого периода года по м.ст. Тамбов

Барометрическое давление ,гПа	995
Температура воздуха, °С, обеспеченностью 0,95	23.2
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °С	25.6
Абсолютная максимальная температура воздуха, °С	38
Средняя суточная амплитуда темпер. воздуха наиболее теплого месяца, °С	11,2
Количество осадков за апрель – октябрь, мм	366
Суточный максимум осадков, мм	60

Для описания климата южной части территории исследования использовались метеорологические данные по метеостанции Лиски за период наблюдений с 1918 по 1985 годы [5].

Устойчивые морозы начинаются в декабре. Наиболее низких значений температура воздуха достигает в январе и феврале. Зима длится примерно 5 месяцев (с ноября по март). Средне месячная температура января составляет минус 8,8°С в г. Лиски (Табл. 4), абсолютный минимум составляет минус 37°С. Среднее число дней со снежным покровом – 106.

Весна на территории южной лесостепи наступает в апреле. Дата разрушения устойчивого снежного покрова здесь практически совпадает со

временем перехода средней суточной температуры воздуха через 0 °С (20 – 23 марта).

Лето длится 3 – 3,5 месяцев. Самый теплый месяц – июль. Средняя месячная температура июля составляет 21,2°С. Абсолютный максимум достигает 42°С. Летние осадки значительно преобладают над зимними.

Осенью температура почвы начинает резко снижаться в октябре, и в ноябре уже достигает отрицательных температур (среднемесячная температура ноября составляет 0°С). Средняя глубина промерзания почвы по данным м.ст. Лиски – 79 см.

Осадки в районе распределяются неравномерно. Наименьшее количество (около 450 мм) получает южная часть района; на севере их выпадает на 20-40 мм больше. С мая по сентябрь осадков выпадает 320-360 мм.

Основные климатические характеристики по метеостанции Лиски приведены в таблицах 4, 5.

Таблица 4

Среднемесячная и среднегодовая температура воздуха, °С

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
м. ст. Лиски												
-8.8	-8.5	-2.9	7.0	15.3	19.1	21.2	19.8	13.8	6.4	-0.5	-6.2	6.3

Таблица 5

Среднее месячное и годовое количество осадков с поправками на смачивание (м. ст. Воронеж) и приведенное к показаниям осадкомера (м. ст. Лиски). мм

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
м. ст. Лиски												
29	24	27	30	41	50	55	48	30	34	33	34	435

Разница показателей основных климатических параметров между м. ст. Тамбов и м. ст. Лиски составляет

- по годовому количеству осадков 125 мм (560 – 435 мм);
- по среднегодовым температурам – 1,3 °С (5,0 – 6,3) ;
- по среднемесячным температурам января – - 2,1 °С (-10,9 - -8,8);
- по среднемесячным температурам июля – + 1,4 °С (19,8 - 21,2).

Геоморфологически в пределах области распространения донского ледникового языка водораздельные пространства представляют собой раннеплейстоценовые аккумулятивные поверхности, сформированные основной мореной Донского ледника и водно-ледниковыми отложениями различных фаз оледенения, которые перекрыты лессоидными и делювиально-солифлюкционными образованиями [7].

В границах донского ледникового языка водораздельные пространства, преимущественно, сложены ледниковыми отложениями, которые, местами, перекрыты водно-ледниковыми, флювиогляциальными и лессоидными образованиями.

Ледниковые отложения - морена (g I ds) плащеобразно залегает на водоразделах и склонах долин. имеет мощность от первых метров до 40 м. Мощность морены меняется от первых метров до 20-30 м, местами, - до 40 м. Морена имеет трехчленное строение. Наиболее распространены два верхних горизонта. Верхний - красно-бурый, представлен тяжелыми грубопесчаными суглинками с большим количеством гравия, гальки и валунов кристаллических пород. Средний - желто-бурый горизонт представлен суглинками, иногда супесями. Этот горизонт наиболее мощный, в среднем 5,0-8,0 м. иногда до 16,0 м. Местами отмечаются участки, сложенные грубыми песками с валунами и галькой. Достаточно часто встречаются образования локальной морены [1].

Водно-ледниковые отложения времени максимального развития оледенения (f I ds²) залегают на поверхности морены. Представлены суглинками, супесями и глинистыми песками буровато-серых и красноватых тонов, иногда с тонкой горизонтальной слоистостью, с редкой галькой и

гравием дальнеприносных пород. Перекрыты они покровными образованиями [4].

Флювиогляциальные отложения времени отступления ледника ($f I ds^3$) имеют значительную мощность (от нескольких до 40-50 метров) залегают на морене, порой промывая морену. Обычно их верхняя часть представлена песками мощностью 2-8 м. Пески желтые и серые, мелко- и средне зернистые, часто с примесью гравия, хорошо отмытые. Ниже, как правило, залегают глины и суглинки коричневые и серые, тонкослоистые, часто песчаные.

Лессоидные или субэральные лессово-почвенные образования ($L, e_p I-III$) почти сплошным чехлом перекрывают водоразделы в области распространения ледниковых и водно-ледниковых образований. Мощность их изменяется от нескольких метров до 25 м, обычно составляя 5-10 м. Представлены суглинками, в своем большинстве тяжелыми (средние значения числа пластичности (J_p) – 0,16 д.ед.), не редко с горизонтами погребенных почв [4].

Склоны долин рек и крупных балок покрывают *делювиально-солифлюкционные образования (ds II-III)*, представленные суглинками бурыми различных оттенков, реже супесями. Мощность их от нескольких метров до 10 м. Четкую границу между лессоидными и делювиально-солифлюкционными образованиями провести сложно, поэтому часто они картируются совместно.

К перечисленным геологическим образованиям приурочены следующие водоносные горизонты: *слабоводоносный нижне-верхнечетвертичный почвенно-лессовый комплекс ($L, e_p I-III$)*, *слабоводоносный локально водоупорный донской водно-ледниковый горизонт ($f I ds^{2-3}$)*; *водоупорный локально слабоводоносный донской ледниковый горизонт. ($g I ds$)*. Все эти горизонты взаимосвязаны между собой, так как не имеют выдержанных водоупорных разделов и образуют единый водоносный комплекс, который,

иногда, картируется как единый водоносный горизонт - *относительно водоносный нижне-верхнечетвертичный полигенетический горизонт (nQ)* [2, 3].

Горизонт широко распространен в пределах водораздельных пространств покрывая их плащеобразно. Водовмещающими отложениями выступают суглинки, супеси, реже разномерные, в разной степени глинистые пески. Суммарная мощность отложений достигает нескольких метров. Обводненной обычно является верхняя или средняя часть покрова. Мощность обводненных зон изменяется в широких пределах: от долей метра до 15-17 метров. Водупорным основанием являются плотные разности суглинков и глин в составе ледниковых отложений. Горизонт безнапорный. Глубина залегания зеркала грунтовых вод изменяется, в большинстве случаев, в пределах 5-15 м, местами 0.5 – 2.0 м. Фильтрационные параметры горизонта определяются степенью дисперсности пород и, в целом, характеризуются низкими значениями – 0.001-1.0 м/сут. Тип проницаемости пород поровый - для опесчаненных прослоев, и трещинный – для прослоев деформированных рассланцованных глин.

Химический состав вод горизонта преимущественно гидрокарбонатный магниевый-кальциевый. Величина минерализации изменяется от 0.2 до 2.0 г/дм³. Преобладают воды гидрокарбонатные, нитратно-гидрокарбонатные, различного катионного состава. Величина общей жесткости изменяется в широких пределах от 2.9 до 19.8 мг-экв/дм³, рН изменяется в пределах 7.0-8.2.

Питание горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков. Разгрузка происходит в эрозионных врезках в виде многочисленных родников с расходами 0,01-1,0 л/с. Воды горизонта используются населением для водоснабжения при помощи колодцев и мелких скважин (буровых колодцев) в сельских населенных пунктах, расположенных в пределах водораздельных пространств.

Анализ содержания сульфатов и хлоридов проведено по 620 пробам, из них 385 проб –это северная часть изучаемой территории (север лесостепи), 235 проб южная часть (юг лесостепи). По каждой из выборок были определены основные числовые статистические характеристики (Табл. 8, 9). По каждой из выборок было проведено исключение аномальных значений методом «трех сигм», когда из выборки исключаются значения, которые отклоняются от среднего в более чем в три стандартных отклонения. Таким образом, из генеральной совокупности исключаются, возможно, ошибочные значения, вероятность проявления которых составляет 0,01 %.

По откорректированным выборкам для каждого анализируемого компонента были построены графики распределения вероятности (Рис. 2, 3). На графиках плотности распределения вероятности видна заметная разница в содержании сульфатов и хлоридов в различных зонах лесостепи. Так, максимум содержаний сульфатов составляет: на севере – 264 мг/дм³, на юге – 1160 мг/дм³, средние значения, соответственно, составляют: 55,69 мг/дм³ на севере и 168,01 мг/дм³. Такая же тенденция отмечается и в содержании хлоридов (Табл. 8, 9).

На графиках плотности распределения вероятности хорошо видна положительная асимметрия распределения концентраций и сульфатов и хлоридов (Рис. 2, 3). То есть в большом количестве проб содержание изучаемых компонентов отклоняется в сторону максимальных значение. Разброс значений в сторону минимума не превышает стандартного отклонения, а в сторону максимума превышает два его значения.

Таблица 8

Числовые статистические характеристики содержания сульфатов и хлоридов в водах ниже-верхнечетвертичного полигенетического горизонта (пQ) – север лесостепной зоны

Числовые статистические показатели		SO₄⁻	Cl
Количество:		377	374
Минимум:		0,50	0,30
Максимум:		264,00	237,60
Среднее:		55,69	48,19
Стандартное отклонение:		55,30	45,90
Асимметрия:		1,48	1,35
Медиана:		35,60	31,10
Среднее - 3S :		-110,21	-89,51
Среднее + 3S :		221,60	185,89

Таблица 9

Числовые статистические характеристики содержания сульфатов и хлоридов в водах ниже-верхнечетвертичного полигенетического горизонта (пQ) – юг лесостепной зоны

Числовые статистические показатели		SO₄⁻	Cl
Количество:		225	227
Минимум:		0,10	2,80
Максимум:		1160,00	710,00
Среднее:		168,01	69,46
Стандартное отклонение (S):		200,79	93,65
Асимметрия:		2,45	3,81
Медиана:		94,60	35,50
Среднее - 3S :		-434,35	-211,47
Среднее + 3S :		770,37	350,40

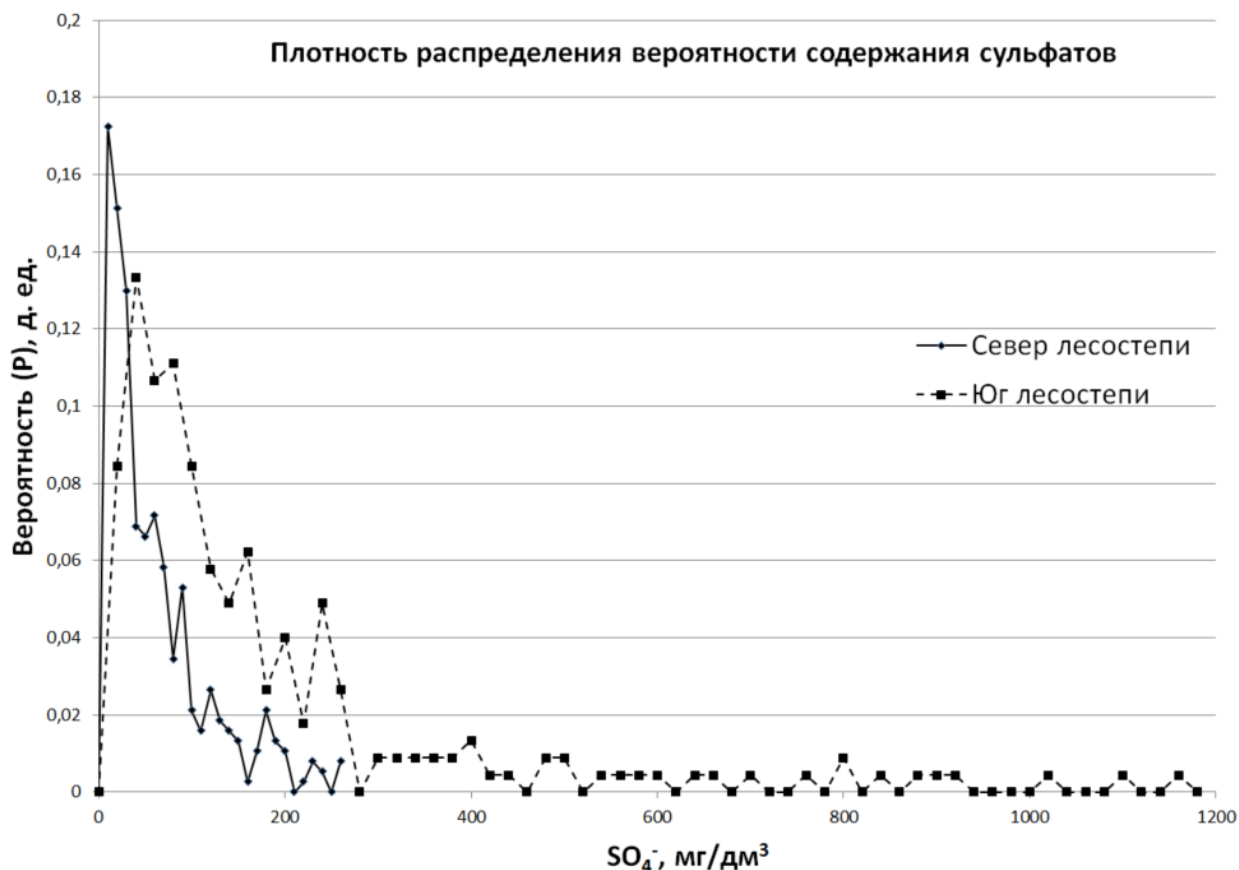


Рисунок 2. Графики плотности распределения вероятности содержания сульфатов в северной и южной частях лесостепной зоны

[Fig. 2. Probability density plots of sulfate content in the northern and southern parts of the forest-steppe zone]

Для сульфатов асимметрия распределения составила: для севера лесостепи – 1,48; для юга – 2,45. Так максимальное значение больше среднего почти в семь раз на юге лесостепи и около пяти раз - на севере, и это с учетом того, что было проведено исключение потенциально ошибочных значений.

Такая же тенденция отмечается и для хлоридов. Асимметрия распределения - на севере - 1,35; на юге - 3,81.

При такой асимметрии выборки, в целом для водоносного горизонта, содержание сульфатов и хлоридов следует оценивать не по среднему, а по медиане, которая более точно характеризует генеральную совокупность

данных. К примеру, в южной части лесостепи среднее содержание сульфатов составляет 168 мг/дм^3 , а медианное – $94,6 \text{ мг/дм}^3$.

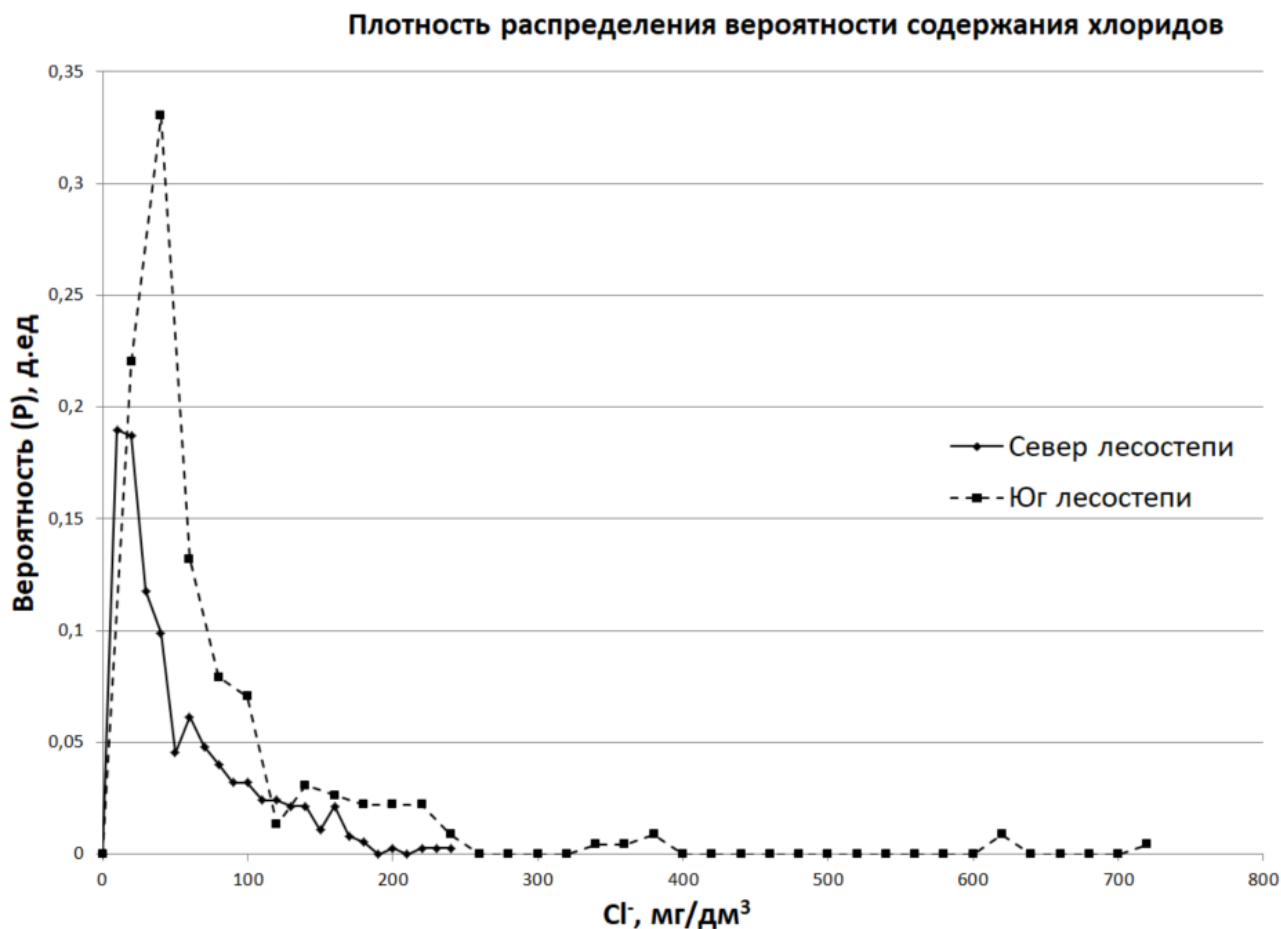


Рисунок 3. Графики плотности распределения вероятности содержания сульфатов в северной и южной частях лесостепной зоны

[Fig. 3. Distribution density plots of probability of sulfate content in the northern and southern parts of the forest-steppe zone]

В северной части изучаемой территории превышений предельно допустимых концентраций (ПДК) сульфатов (500 мг/дм^3) и хлоридов (350 мг/дм^3) [5] не отмечается, в южной части – такие пробы присутствуют, особенно много проб с превышением сульфатов.

Заключение

Повышенное содержание сульфатов и хлоридов в нижне-верхнечетвертичном полигенетическом горизонте в южной части Среднерусской лесостепной провинции нельзя объяснить техногенным фактором, так как при этом и в пробах на территории северной части лесостепи были бы такие же аномалии. Налицо влияние зональных климатических факторов: среднегодовой температуры и количество атмосферных осадков.

При характеристике этого водоносного горизонта рекомендуется использовать медианные значения содержания сульфатов и хлоридов.

Список источников

1. Глушков Б.В., Холмовой Г.В. Квартер ЦЧЭР // Труды НИИ геологии ВГУ. – Вып. 92. – Воронеж: ВГУ, 2016. – 241 с.
2. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1 : 200 000. Издание второе. Серия Воронежская. Лист N-37-XXX (Тамбов). Объяснительная записка [Электронный ресурс] / Б. В. Глушков, А. И. Трегуб, С. А. Трегуб и др.; Минприроды России, Роснедра, ГУПР по Тамбовской области, НИИГ ВГУ. – Электрон. текстовые дан. – М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2022. – 1 опт. диск (DVD-ROM) (287 Мб). – Систем. требования: Microsoft Windows NT; Microsoft Word от 2003; Adobe Acrobat Reader от 10.0; дисковод DVD-ROM. – Загл. с экрана. – ISBN 978-5-00193-226-0 (объясн. зап.), ISBN 978-5-00193-227-7/
3. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Издание второе. Серия Воронежская. Лист M-37-XVI (Россошь). Объяснительная записка [Электронный ресурс] / Б. В. Глушков, А. И. Трегуб, Ю. Н. Стрик и др.; Минприроды России, Роснедра, ЦРГЦ, ВГУ. – Электрон. текстовые дан. – М.: Московский филиал ФГБУ «ВСЕГЕИ», 2022. – 1 опт. диск (DVD-ROM) (317 Мб). – Систем. требования: Microsoft Windows NT; Microsoft Word от 2003; Adobe Acrobat Reader от 10.0; дисковод DVD-ROM. –

Загл. с экрана. – ISBN 978-5-00193-264-2 (объясн. зап.), ISBN 978-5-00193-265-9

4. Корабельников Н. А., Устименко Ю. А., Зинюков Ю. М. и др. Комплексная оценка гидрогеологических, инженерно-геологических и эколого-геологических условий как основа оптимизации мониторинга геологической среды района размещения федерального полигона «Каменная Степь» // Труды НИИ геологии ВГУ. – Вып. 57. – Воронеж: ВГУ, 2009. – 100 с.: ил. 40, библиогр. назв. 48.
5. «Научно-прикладной справочник по климату СССР». Серия 3. Многолетние данные. Части 1-6. Выпуск 28. Калужская, Тульская, Тамбовская, Брянская, Липецкая, Орловская, Курская, Воронежская, Белгородская области. М.: Гидрометеиздат, 1990. 356 с.
6. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. М.: ЦЕНТРМАГ, 2024. 736 с.
7. Трегуб А. И. Неотектоника территории Воронежского кристаллического массива // Тр. НИИ геологии Воронеж. ун-та. – Вып. 9. – Воронеж, 2002. – 220 с.
8. Физико-географическое районирование центральных черноземных областей Воронеж. Изд-во Воронеж. ун-та 1961 263 с.. 3л. схем.. 1 отд. л. схем. Под ред. проф. Ф. Н. Милькова.

References

1. Glushkov B.V., Kholmovoy G.V. Quaternary of the CDER // Proceedings of the Research Institute of Geology of the VSU. - № 92. - Voronezh: VSU, 2016. - P. 241.
2. State geological map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200 000. Edition two. Voronezh series. Sheet N-37-XXX (Tambov). Explanatory note [Electronic resource] / B. V. Glushkov, A. I. Tregub, S. A. Tregub et al.; Ministry of Natural Resources of Russia, Rosnedra, GUPR for Tambov region, NIIG VSU. -

Electronic text data. - Moscow: Moscow branch of FSBI "VSEGEI", 2022. - 1 opt. disk (DVD-ROM) (287 Mb). - System requirements: Microsoft Windows NT; Microsoft Word from 2003; Adobe Acrobat Reader from 10.0; DVD-ROM drive. - Excerpt from screen. - ISBN 978-5-00193-226-0 (explanatory spare), ISBN 978-5-00193-227-7/.

3. State geologic map of the Russian Federation at a scale of 1 : 200 000. Edition second. Voronezh series. Sheet M-37-XVI (Rossosh). Explanatory note [Electronic resource] / B. V. Glushkov, A. I. Tregub, Y. N. Strick et al.; Ministry of Natural Resources of Russia, Rosnedra, CRGC, VSU. - Electronic text data. - Moscow: Moscow branch of FSBI "VSEGEI", 2022. - 1 opt. disk (DVD-ROM) (317 Mb). - System requirements: Microsoft Windows NT; Microsoft Word from 2003; Adobe Acrobat Reader from 10.0; DVD-ROM drive. - Caption from the screen. - ISBN 978-5-00193-264-2 (explanatory note), ISBN 978-5-00193-265-9.

4. Korabelnikov N. A., Ustimenko Yu. A., Zinyukov Yu. M. et al. Integrated assessment of hydrogeological, engineering-geological and ecological-geological conditions as a basis for optimizing the monitoring of the geological environment of the area where the federal landfill "Kamennaya Step" is located // Proceedings of the Research Institute of Geology VSU. - Vop. 57. - Voronezh: VSU, 2009. - 100 p.: ill. 40, bibliogr. tit. 48.

5. "Scientific and Applied Reference Book on the Climate of the USSR". Series 3. Multiyear data. Parts 1-6. Issue 28. Kaluga, Tula, Tabov, Bryansk, Lipetsk, Orel, Kursk, Voronezh, Belgorod oblasts. Moscow: Gidrometeoizdat, 1990. P. 356.

6. SanPiN 1.2.3685-21 Hygienic norms and requirements to ensure safety and (or) harmlessness for humans of environmental factors. M.: CENTRMAG, 2024. 736 c.

7. Tregub A. I. Neotectonics of the territory of the Voronezh crystalline massif // TR. Research Institute of Geology of Voronezh University. - Vyp. 9. - Voronezh, 2002. - P. 220.

8. Physico-geographical zoning of the central chernozem regions Voronezh. Izd. Voronezh. un-ta1961 263 p.. 3 l. schemes. 1 l. schemes. Edited by Prof. F. N. Milkov.

© *Строгонова Л.Н., Дешевых Г.Ю., Корабельников Н.А., 2024. Московский экономический журнал, 2024, № 5.*