

## Гидрогеологическое районирование территории южной части ЦФО с уточнением границ структур II, III порядков

Д. С. Трубицын<sup>✉</sup>, Г. Ю. Дешевых

*Воронежский государственный университет  
Университетская пл., 1, 394018, Воронеж, Российская Федерация*

### Аннотация

**Введение:** В основу гидрогеологического районирования положен структурно-гидрогеологический принцип, определяющий индивидуальность формирования подземных вод в различных гидрогеологических структурах.

**Методика и объекты исследований:** Базовой основой выделения гидрогеологических структур являются тектонические структуры, определяющие характер гидрогеологического разреза, гидродинамические особенности гидрогеологических подразделений, условия распространения и формирования подземных вод. Территория южной части ЦФО и его репрезентативная часть в пределах листа М-37 (Воронеж), входит в состав Восточно-Европейского сложного артезианского бассейна (гидрогеологическая структура I порядка), который (на рассматриваемой территории) включает фрагменты 3 гидрогеологических структур II порядка (Московский, Днепроовско-Донецкий, Приволжско-Хоперский артезианские бассейны с фрагментами структур III порядка (Днепроовский и Донецко-Донской артезианские бассейны). Уточнение границ и площадей гидрогеологических структур второго и третьего порядка выполнялось в рамках гидрогеологического картографирования масштаба 1:1000 000 листа М-37 (Воронеж). В рамках решения данной задачи, была составлена схема гидрогеологического районирования, в основе которой лежит структурная карта поверхности кристаллического фундамента.

**Обсуждение результатов:** Приводится подробное описание гидрогеологических структур II и III порядка их принадлежность к тектоническим структурам, а также положение границ по уточненным данным.

**Заключение:** Авторами приводится усовершенствованная схема по уточнению границ гидрогеологических структур II и III порядка. Уточнения базируются строго на принципах гидрогеологического районирования, анализе гидродинамических условий территории и рекомендуются для дальнейшего использования.

**Ключевые слова:** подземные воды, гидрогеологическое районирование, гидрогеологическая структура, артезианские бассейны, водоносный горизонт, водоупорный горизонт.

**Для цитирования:** Трубицын Д. С., Дешевых Г. Ю. Гидрогеологическое районирование территории южной части ЦФО с уточнением границ структур II, III порядков // *Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология.* 2021. №2. С. 83–93.

DOI: <https://doi.org/10.17308/geology.2021.2/3491>



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

---

✉ Трубицын Дмитрий Сергеевич, e-mail: [di\\_trubitsyn@mail.ru](mailto:di_trubitsyn@mail.ru)

### Введение

Гидрогеологические условия территории южной части ЦФО определяются сочленением в ее пределах крупных артезианских бассейнов, геолого-структурное строение которых, формирует разнообразие условий образования и распространения подземных вод, характер и направление их движения, ресурсы и химический состав в пределах выделенных и обоснованных границ гидрогеологических структур.

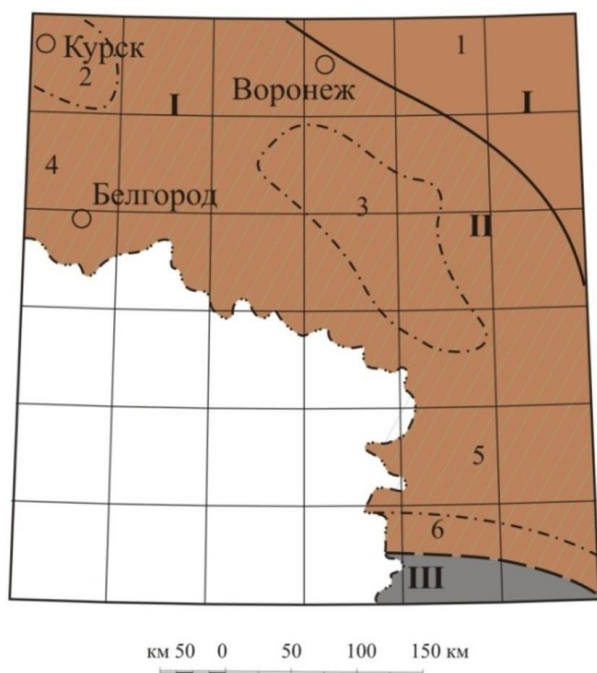
Наибольший интерес представляет проведение границ между артезианскими бассейнами платформ, где они могут определяться, зачастую, только по гидродинамическим признакам.

Исследуемая территория расположена на юге Русской равнины. В целом она представляет собой равнинные и низменные пространства, на фоне которых выделяются отдельные возвышенности. Наиболее крупными орографическими элементами являются юго-восточное окончание Среднерусской возвышенности, южная часть Окско-Донской равнины, Дону-Донецкая возвышенная равнина.

Почти вся рассматриваемая площадь, за исключением северо-восточного участка, входит в состав обширной Украинской синеклизы, северное крыло которой наложено как на сводовую часть Воронежской антеклизы, так и на ее южные ограничения [1].

Рассматриваемая часть Воронежской антеклизы пространственно соответствует южной половине одноименного массива кристаллического фундамента (рис. 1). В строении Воронежской антеклизы выделяются крупные структурные элементы первого порядка: Шигровский и Павловский своды, Тамбовская, Белгородская, Хоперская, Приволжская и Первомайско-Чирская моноклинали, образующие его склоны, и Преддонецкий прогиб.

Лист М-37-Воронеж ограничен координатами 36°–42° в.д. и 48°–52° с.ш. и охватывает части областей Центрального ФО: Курской, Воронежской, Орловской, Липецкой, Тамбовской, Белгородской, а также фрагменты Волгоградской и Ростовской областей в составе. Далее рассматривается только северная часть листа, расположенная в пределах Центрального федерального округа.



#### Условные обозначения

Надпорядковые структуры:

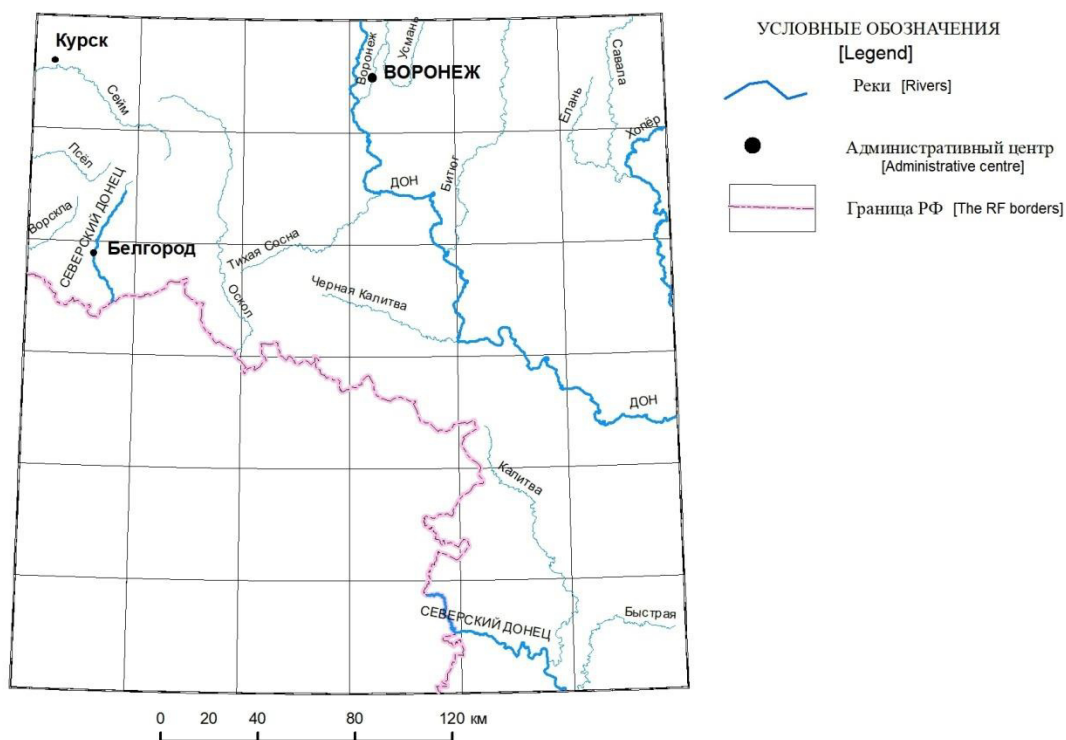
- I** - Воронежская антеклиза, выраженная преимущественно в вендских, палеозойских, триасовых и (частично) в юрских, меловых и кайнозойских образованиях;
  - II** - Украинская синеклиза, выраженная преимущественно в мезозойских и кайнозойских образованиях;
  - III** - Донецкое складчатое сооружение
- 3 — Граница и номера структур I порядка, осложняющих Воронежскую антеклизу:  
 1 - Тамбовская моноклинали,  
 2 - Шигровский свод,  
 3 - Павловский свод,  
 4 - Белгородская моноклинали,  
 5 - Первомайско-Чирская моноклинали,  
 6 - Преддонецкий прогиб
- Граница Украинской синеклизы  
 - - - Граница Донецкого складчатого сооружения

Рис. 1. Тектоническая схема. Лист М-37 (Воронеж). Масштаб 1:5000 000 [1].

[Fig. 1. Tectonic scheme. M-37 sheet (Voronezh). Scale 1: 5,000,000 [1]. Legend. Superorder structures: (I) The Voronezh anteclise is represented mostly by Vendian, Paleozoic, Triassic, and (partly) Jurassic, Cretaceous, and Cenozoic formations. (II) The Ukrainian syneclyse is represented mostly by Mesozoic and Cenozoic formations. (III) Donetsk Ridge. (3) The boundaries and the numbers of structures of the I order which complicate the Voronezh anteclise: (1) Tambov monocline, (2) Schigrov anticline, (3) Pavlovsk anticline, (4) Belgorod monocline, (5) Pervomaisk-Chirsk monocline (6) Pre-Donetsk downfold. The boundary of the Ukrainian syneclyse. The boundary of the Donetsk Ridge.]

Почти вся территория листа принадлежит сложному региональному бассейну Дона и его крупного правого притока – Северского Донца (около 90% всей территории) (рис. 2). На западе находятся региональный бассейн Днепра с притоками Сейм, Псел, Ворскла и др. Кроме рек имеются озера, болота, искусственные водоемы – водохранилища, каналы, пруды.

Гидрогеологические условия территории определяются сочленением в ее пределах крупных артезианских бассейнов, различающихся условиями взаимосвязи водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водами, направленностью стока, гидродинамическими особенностями, условиями питания и разгрузки подземных вод.



**Рис. 2.** Схема основных рек. Лист М-37 (Воронеж). Масштаб 1:5000 000  
**[Fig. 2.]** The scheme of the main rivers. M-37 sheet (Voronezh). Scale 1: 5,000,000]

Внутри гидрогеологических структур с учетом проявления широтной географической зональности основные изменения условий формирования подземных вод связаны с особенностями строения геологического разреза.

На рассматриваемой территории сочетается ряд факторов, определяющих разнообразие условий формирования и распространения подземных вод, характер и направление их движения, напоры, ресурсы, химический состав и степень минерализации, качество вод, разделение которых основывается на гидрогеологическом районировании.

#### Методика и объекты исследований

В основу гидрогеологического районирования положен структурно-гидрогеологический принцип [2], учитывающий следующие главные признаки, определяющие индивидуальность формирования подземных вод в различных гидрогеологических структурах:

- структурно-тектоническое положение гидрогеологических структур;
- тип гидрогеологических структур;
- особенности строения разреза гидрогеологических структур;
- характер водоносности пород гидрогеологических структур;
- направленность подземного стока от области питания к базису разгрузки.

Базовой основой выделения гидрогеологических структур являются тектонические структуры, опреде-

ляющие характер гидрогеологического разреза, гидродинамические особенности гидрогеологических подразделений, условия распространения и формирования подземных вод.

Гидрогеологическое районирование территории Российской Федерации масштаба 1:2500000 проводится по системе соподчиненных (иерархических) таксономических единиц регионального районирования, в котором выделяются: провинция, подпровинция, район.

Провинции это сложные гидрогеологические структуры I порядка, соответствующие плитам, в которых выделяются сложные артезианские бассейны и представляют собой систему (совокупность) обособленных артезианских бассейнов плит (АБ) и предгорных артезианских бассейнов (ПАБ).

Подпровинции представляют собой гидрогеологические структуры II порядка. В сложных артезианских бассейнах к ним относятся отдельные артезианские бассейны плит (АБ), предгорные артезианские бассейны, гидрогеологические складчатые области плит.

Артезианские бассейны плит соответствуют крупным впадинам (синеклизам), отличаются сложным геологическим строением, развитием в них этажно-расположенных гидрогеологических подразделений, сложными особенностями взаимодействия подземных вод смежных водоносных горизонтов, разнообразием условий их формирования и индивидуальными особенностями питания, транзита и подземных вод.

В соответствии с картой гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2500 000 [3], территория южной части ЦФО и

его репрезентативная часть в пределах листа М-37 (Воронеж), входит в состав Восточно-Европейского сложного артезианского бассейна (гидрогеологическая структура I порядка), который (на рассматриваемой территории) включает фрагменты 3 гидрогеологических структур II порядка (Московский АБ; Днепро-ско-Донецкий АБ, Приволжско-Хоперский АБ с фрагментами структур III порядка (Днепро-ский АБ и Донецко-Донской АБ).

Данные структуры различаются условиями взаимосвязи водоносных горизонтов между собой и с поверхностными водами, направленностью стока, гидродинамическими особенностями, условиями формирования транзита и разгрузки подземных вод.

Уточнение границ и площадей гидрогеологических структур второго и третьего порядка выполнялось при участии авторов статьи в рамках гидрогеологического картографирования масштаба 1:1000 000 листа М-37 (Воронеж) [4].

В рамках решения данной задачи, была составлена схема гидрогеологического районирования, в основе которой лежит структурная карта поверхности кристаллического фундамента. Районирование проводилось на основе геологической карты масштаба 1:1000 000 и особенностей геоструктурного плана территории исследований [5,6] (рис. 3).

Схема гидрогеологического районирования отражает основной структурный план территории исследований и, во многом, положение границ гидрогеологических структур.

### Обсуждение результатов

Московский артезианский бассейн (аП-Г) выделяется (в рамках площади листа М-37) в пределах северо-восточного склона Воронежского кристаллического массива. На востоке и юго-востоке он граничит с Приволжско-Хопёрским АБ, на юго-западе – с Днепро-ско-Донецким АБ.

В осадочном чехле бассейна, в пределах площади исследований, наиболее распространены карбонатные, терригенно-карбонатные и соленосные формации девона, юры и мела [6]. На меньшей территории развиты отложения палеогена. Мощность осадочного чехла не превышает 400–500 м, существенно сокращаясь до полного выклинивания на своде кристаллического фундамента.

Единый региональный водоупор для всего бассейна отсутствует. В разрезе мезозоя роль водоупора выполняют верхнеюрские, локально нижнемеловые глины и мергельно-меловая толща верхнего мела, в разрезе палеозоя – глинистые отложения петинской свиты верхнего франа, в крайней северной части площади листа. Водоносные горизонты и комплексы развиты в различных породах, указанных выше возрастов. Основные водоносные горизонты приурочены к известнякам и доломитам девонского возраста, а также терригенным отложениям мела и неогена. Региональный, явно выраженный однонаправленный сток отсутствует. Основная разгрузка подземных вод осуществляется рас-

средоточено, в низменные равнины, в крупные речные долины, контролируемые в большинстве случаев зонами глубинных разломов.

*Приволжско-Хопёрский артезианский бассейн (аП-Ж)* расположен в пределах юго-восточного склона Воронежского свода на востоке площади листа. Он граничит: на северо-западе с Московским АБ, на западе с Днепро-ско-Донецким АБ.

Разрез осадочного чехла аналогичен Московскому АБ. Он сложен терригенными, карбонатными отложениями от верхнего протерозоя до квартала, включительно. В образованиях архея и протерозоя, а также нижней части палеозоя повсеместно распространены напорные, преимущественно солоноватые воды. В толще мезозоя и палеогена развиты пресные напорные и субнапорные воды, базисом разгрузки которых является долины р. Дон и его крупных притоков (Хопер, Битюг). Глубокие водоносные горизонты разгружаются по разломным зонам.

Основные водоносные горизонты приурочены к пескам неогенового и, в меньшей степени, четвертичного возрастов, пескам, а также трещиноватым мергелям и мелам нижнего и верхнего мела, терригенно-карбонатным образованиям палеозоя.

*Днепро-ско-Донецкий артезианский бассейн (аП-К)* приурочен к Днепро-ской впадине и юго-западному склону Воронежского кристаллического массива. На территории России (в пределах площади листа М-37) расположена северная часть бассейна, который граничит с Московским АБ, Приволжско-Хопёрским АБ и продолжается на территории Украины.

Осадочный чехол аналогичен разрезу Московского АБ и также включает терригенные, терригенно-карбонатные комплексы пород протерозоя, палеозоя, мезозоя и кайнозоя. Основное отличие заключается в том, что в Днепро-ско-Донецком АБ имеют более крутое и глубокое залегание породы палеозоя.

В терригенно-карбонатных отложениях девона развиты верхнефранско-фаменский и эйфельско-франский водоносные горизонты, разделенные, на крайнем севере площади листа верхнефранским (петинским) водоупором [7], а также верхнефранско-среднефаменский (мамонский) водоносный горизонт, имеющий обособленное положение на площади листа. Роль местных водоупоров, на отдельных участках, играют глинистые отложения семилукской, чаплыгинской свиты франского яруса, муллинской свиты живетского яруса и чернойрской свиты эйфельского яруса. В карбоне выделяются московско-ассельский, визейско-башкирский и турнейский водоносные горизонты.

Разрез мезозоя сложен преимущественно слабопроницаемыми и водоупорными отложениями юры и залегающими в средней ее части разреза водоносными песками. В отложениях мела наиболее распространены пресные подземные воды в мергельно-меловой толще, песках и песчаниках. В более глубоких горизонтах формируются солоноватые подземные воды и рассолы. Палеоген-неогеновые отложения представлены



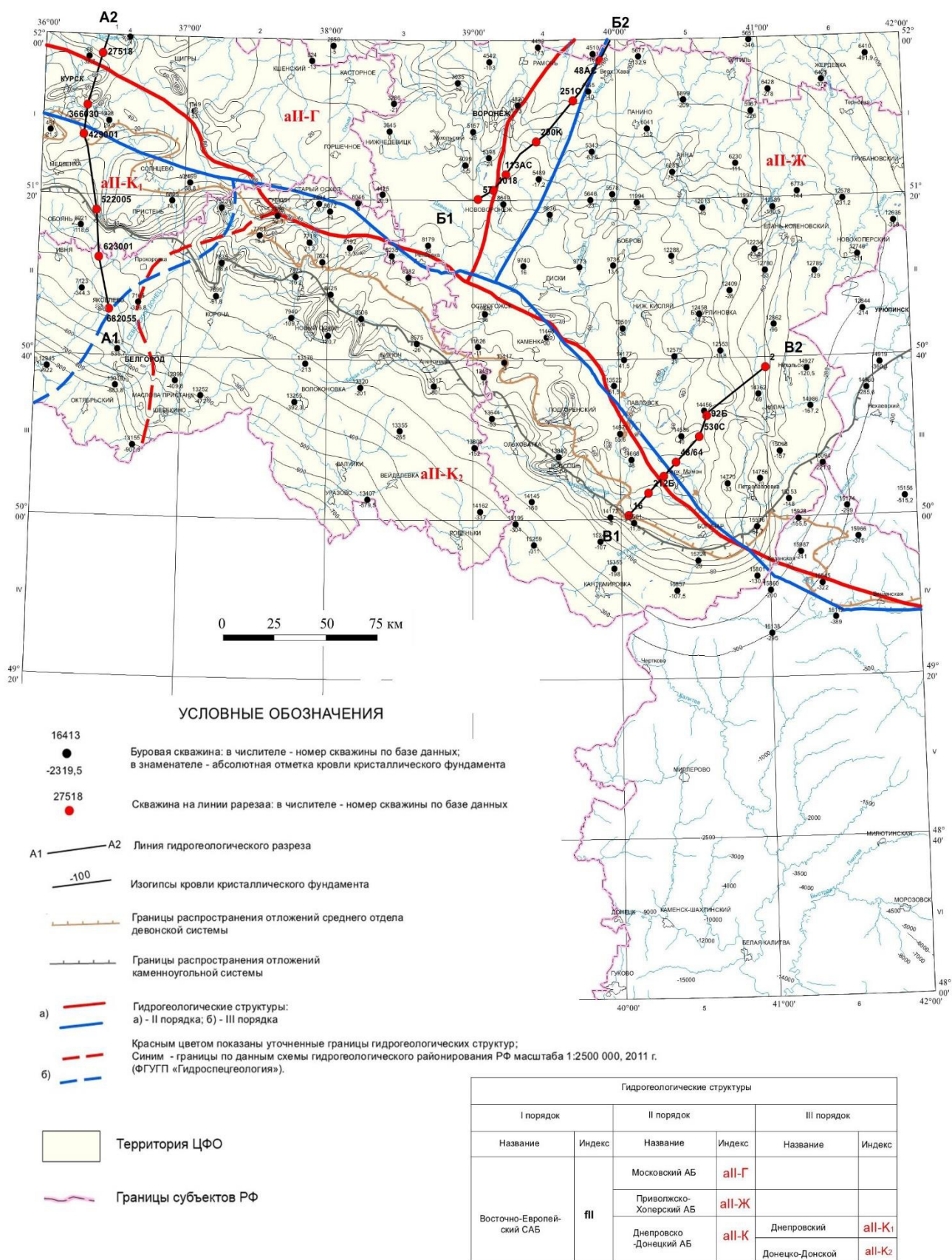


Рис. 3. Схема гидрогеологического районирования территории южной части ЦФО.  
 [Fig. 3. The scheme of hydrogeological zoning of the southern part of the Central Federal District]

песчано-глинистыми толщами и включают водоносные горизонты, а также водоупорный горизонт.

Основной региональный поток направлен к Днепру, Дону, Северскому Донцу и разгружается по глубинным разломам и в местную речную сеть.

В Днепровско-Донецком АБ выделяются две гидрогеологические структуры третьего порядка: Днепровский АБ и Донецко-Донской АБ.

*Днепровский АБ (аII-K1)* расположен в западной части Днепровско-Донецкого АБ, занимая крайнюю западную часть площади листа. Основной поток подземных вод направлен к р. Днепр. Разгрузка подземных вод происходит по разломным зонам и в речную сеть.

Основные водоносные горизонты развиты в меловых отложениях, представленных трещиноватыми мергелями, мелами, песками и песчаниками, а также в аллювиальных отложениях речных долин. Местное значение имеют подземные воды, приуроченные к пескам палеогена.

*Донецко-Донской АБ (аII-K2)* расположен в юго-восточной части Днепровско-Донецкого АБ. Основное отличие его от Днепровского АБ заключается в направленности потока подземных вод в реки Дон и Северский Донец.

Основные водоносные горизонты приурочены к терригенной и мергельно-меловой толще меловой системы и, в меньшей степени, к аллювиальным отложениям речных долин.

*Положение границ гидрогеологических структур II и III порядка по уточненным данным.* При предыдущих исследованиях граница Московского и Приволжско-Хоперского артезианских бассейнов подземных вод, в пределах площади листа М-37 (Воронеж) проводилась строго по долине (руслу) р. Дон [3, 5, 8]. Анализ структурно-геологических условий показал, что в сводовой части бассейна существует зона шириной около 70 км [5], в пределах которой, палеозойские водоносные горизонты, имеющие региональное погружение на северо-восток, и мезозойские водоносные горизонты, имеющие погружение на юго-восток, залегают субгоризонтально (рис. 4, 5, 6). В этой области, формирование, распространение и дренирование указанных водоносных горизонтов происходит строго на площади их распространения. По сути, данная зона является областью питания артезианских бассейнов. Ранее проводимая граница бассейнов располагалась в верхней зоне юго-восточного погружения слоев мезозойского возраста и не соответствовала гидродинамическим условиям (структуре потока подземных вод в меловом водоносном комплексе).

Аналогичная ситуация складывалась и при проведении границы Днепровско-Донецкого и Московского АБ. В работе [7] данная граница проведена в зоне отсутствия девонских и каменноугольных отложений палеозойского возраста. При этом в пределах МАБ погружение слоев мезозойского возраста имело юго-

восточное направление (в сторону ДДВ), что не соответствует гидродинамическим условиям Московского АБ.

Одновременно водовмещающие отложения девонского возраста в пределах МАБ (в зоне указанной границы) имели также юго-восточное направление падения слоев водовмещающих отложений, что также противоречит структурному плану МАБ. Исходя из этого, граница Днепровско-Донецкого АБ с Московским и Приволжско-Хоперским АБ проведена по осевой линии сводовой части Воронежского кристаллического массива (по оси Павловского – Щигровского сводов). Данная граница гидродинамически несет свойства смежных бассейнов ПВ.

Другое уточнение касается границы Днепровского и Донецко-Донского АБ (структуры III порядка). Ранее, граница указанных структур в пределах листа М-37 проводилась по водоразделу бассейнов рек Днепра и Северского Донца. При этом граница имела сугубо гидрологический характер. При проведении работ по составлению гидрогеологической карты масштаба 1:500 000 территории КМА [7], были внесены целесообразные изменения в данное положение. Границу между указанными гидрогеологическими структурами было предложено провести по Белгородскому структурному выступу в пределах белгородской моноклинали. Данное положение указанной границы представляется наиболее правильной, так как подчеркивает особенности распределения потоков подземных вод в гидрогеологических структурах III порядка.

### Заключение

Таким образом, на основании анализа геолого-структурных особенностей территории исследований выполнено уточнение границ гидрогеологических структур II и III порядка в зоне сочленения Московского, Днепровско-Донецкого и Приволжско-Хоперского артезианских бассейнов подземных вод.

Установлено, что подземный сток в пределах артезианских бассейнов определяется положением кровли кристаллического фундамента, выступающего в роли подстилающего регионального водоупора.

Границы между гидрогеологическими структурами II порядка рекомендовано проводить по осевой линии свода кристаллического фундамента.

Авторами приводится усовершенствованная схема гидрогеологического районирования территории южной части ЦФО с данными по уточнению границ гидрогеологических структур II и III порядка.

Уточнения базируются строго на принципах гидрогеологического районирования, анализе гидродинамических условий территории и рекомендуются для дальнейшего использования.

*Конфликт интересов.* Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

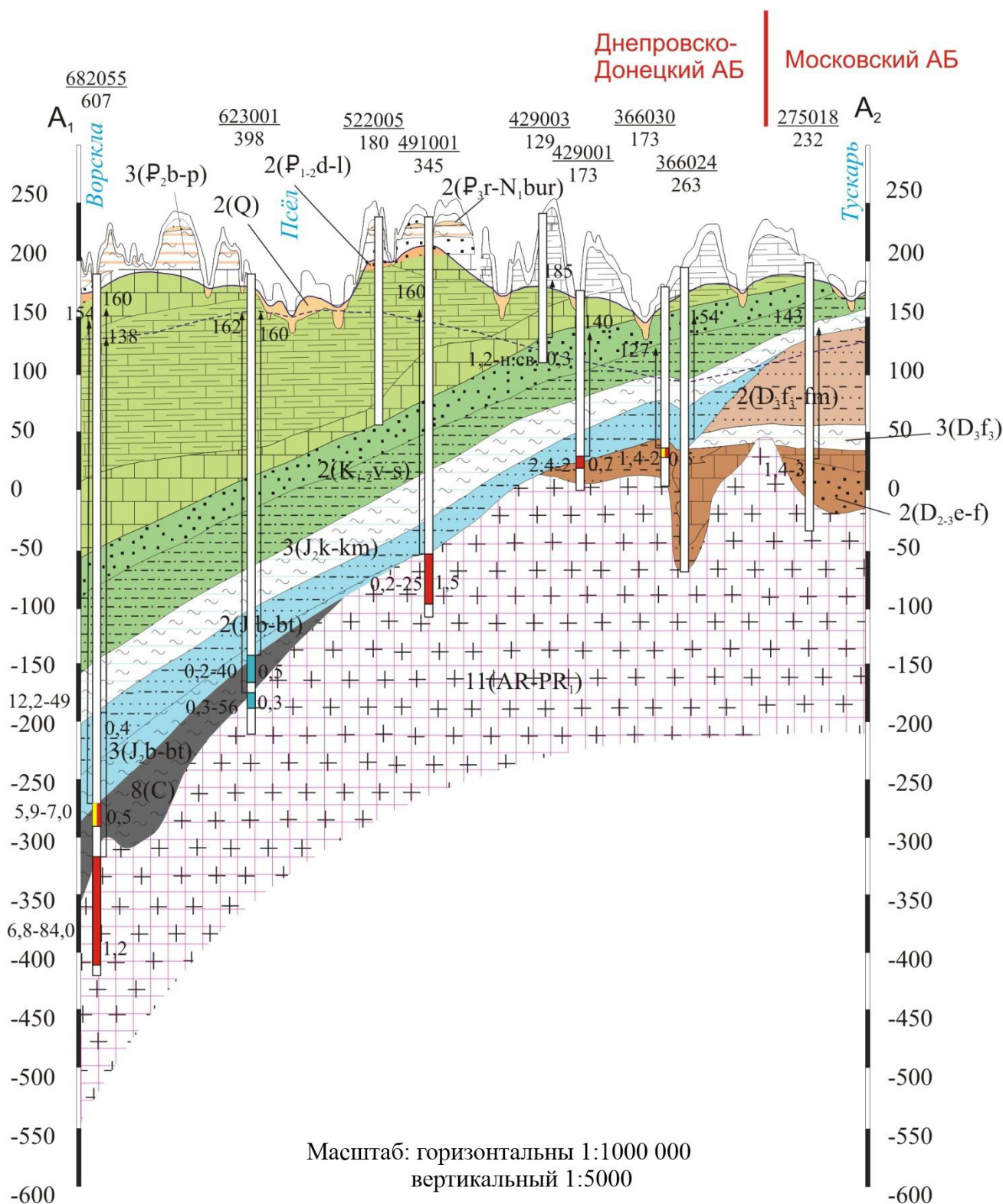


Рис. 4. Схематический разрез по линии А<sub>1</sub>-А<sub>2</sub>.  
[Fig. 4. A hydrogeological section across the A<sub>1</sub>-A<sub>2</sub> line]



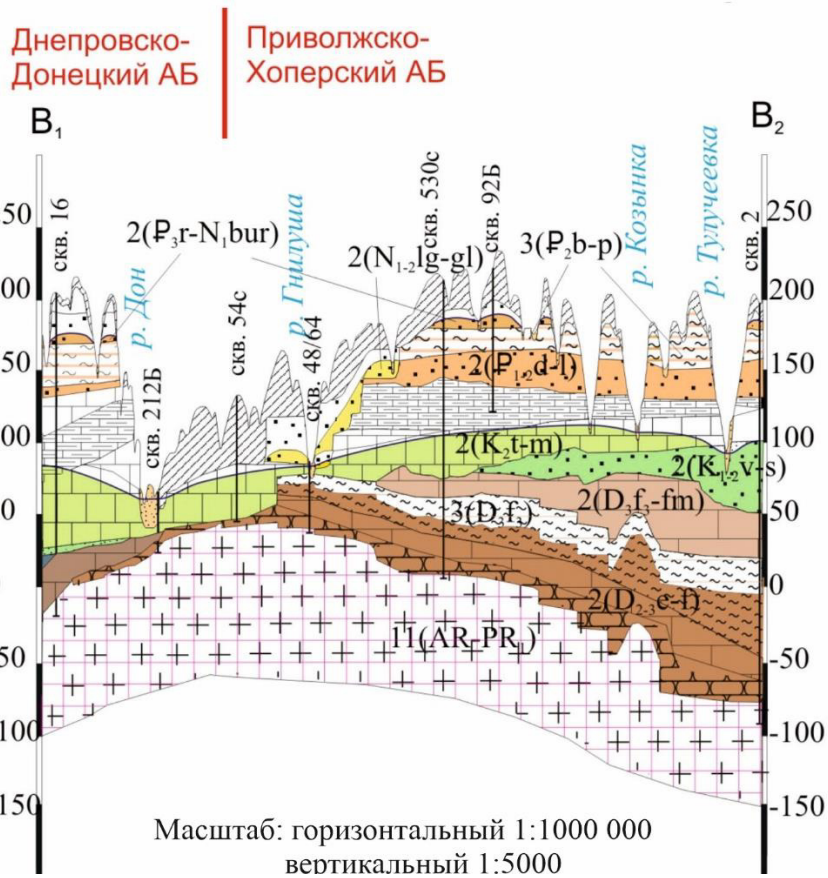
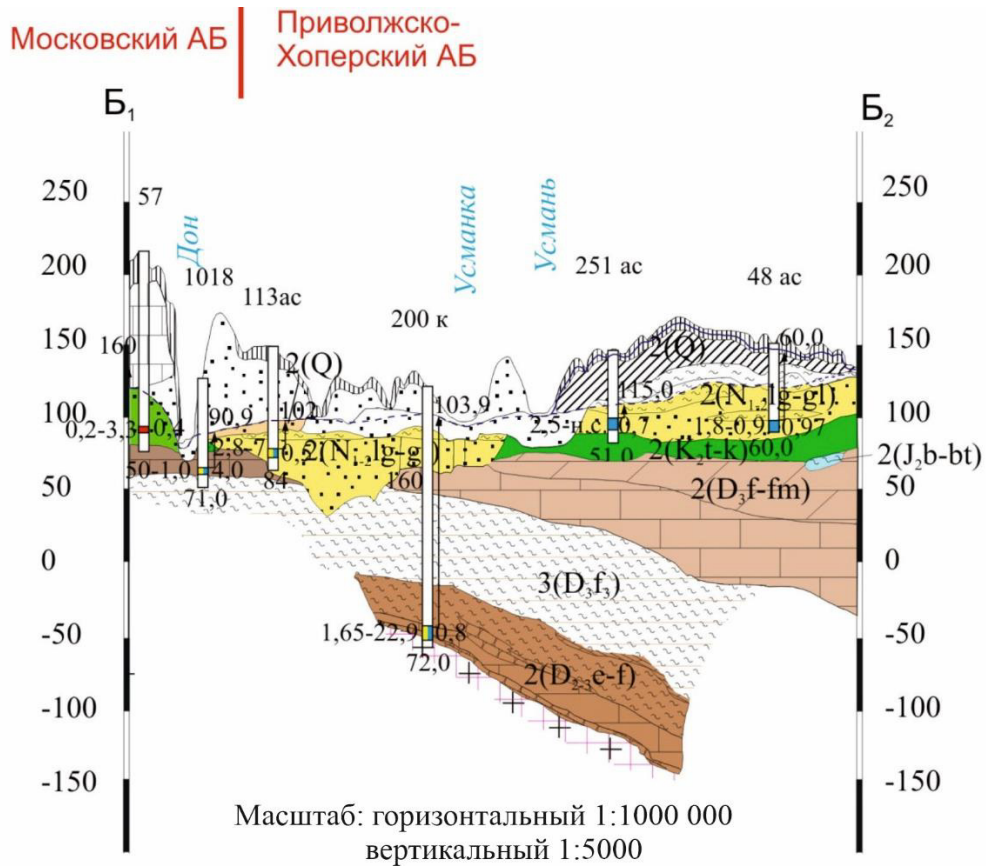


Рис. 5. Схематический разрез по линиям Б<sub>1</sub>- Б<sub>2</sub> и В<sub>1</sub>-В<sub>2</sub>.  
[Fig. 5. A hydrogeological section across the B<sub>1</sub>- B<sub>2</sub> and C<sub>1</sub>-C<sub>2</sub> lines]



2(Q)	Четвертичный водоносный горизонт. Пески, глины, прослой алевритов и суглинков
2(N <sub>1</sub> In-E gl)	Лангийско-гелазский водоносный горизонт. Пески, глины
2(P <sub>3</sub> r-N <sub>1</sub> bur)	Рюпель-бурдигальский водоносный горизонт. Пески
3(P <sub>2</sub> b-p)	Бартон-приабонский водоупорный горизонт. Глины
2(P <sub>1,2</sub> d-l)	Дат-лютетский водоносный горизонт. Пески
2(K <sub>2</sub> t-m)	Турон-маастрихтский водоносный горизонт. Мел, мергель
2(K <sub>1,2</sub> v-s)	Валанжин-сеноманский водоносный горизонт. Пески, песчаники, фосфориты
3(J <sub>2,3</sub> k-km)	Келловей-киммериджский водоупорный горизонт. Глины
2(J <sub>2</sub> b-bt)	Байос-батский водоносный горизонт водоносный горизонт. Пески, мергели, песчаники
8(C)	Каменноугольный водоносный комплекс. Известняки, песчаники, с прослоями глин
2(D <sub>3</sub> f <sub>3</sub> -fm)	Верхнефранско-фаменский водоносный горизонт. Известняки, доломиты, с редкими прослоями глин
2(D <sub>3</sub> f <sub>3</sub> )	Верхнефранский (петинский) водоупорный горизонт. Глины, аргиллиты, алевриты
2(D <sub>2,3</sub> e-f)	Эйфельско-франский водоносный горизонт. Песчаники
11(AR-PR <sub>1</sub> )	Архей-нижнепротерозойская водоносная зона трещиноватости кристаллических пород. Граниты

### II. Литологический состав пород

	Глины		Глины песчанистые		Суглинки
	Известняк		Песчаник		Доломиты
	Мергель		Мел		Лессовидный суглинок
	Песок				

### III. Прочие обозначения

#### Гидрогеологические скважины

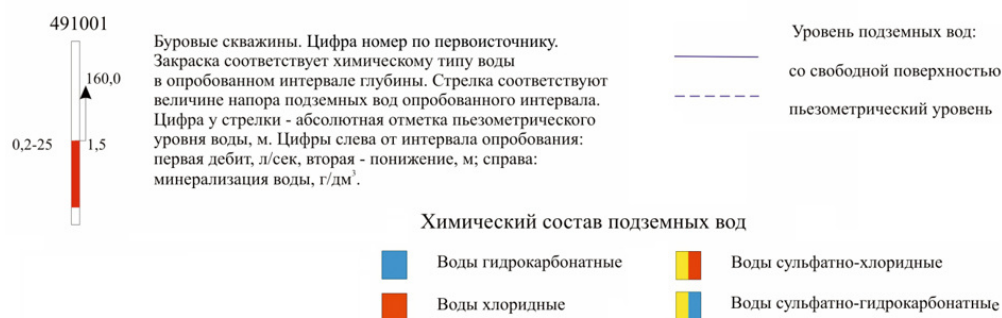


Рис. 6. Условные обозначения к схематическим гидрогеологическим разрезам.  
 [Fig. 6. Symbols for hydrogeological sections]

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахмедов А. М., Клюев Н. К., Наумкин А. Н., Пронин В. Г., Стромов В. А. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Лист М-37 «Воронеж». Изд-во СПб картфабрики ВСЕГЕИ, 2011.
2. «Принципы гидрогеологической стратификации и районирования территории России». М.: ВСЕГИНГЕО, 1998.
3. Пугач С. Л., Коваленко И. А., Кокорева С. В. Карта гидрогеологического районирования территории Российской Федерации масштаба 1:2 500 000 (для ведения мониторинга подземных водных объектов). Унифицированные схемы объектов гидрогеологической стратификации территории Российской Федерации (артезианских бассейнов). Москва, 2011.
4. Плотникова Р. И., Устименко Ю. А. Отчет «Создание комплектов Государственных гидрогеологических карт масштаба 1:1000 000 листов N-43 - Омск, N-44 – Новосибирск, N-45 -Новокузнецк, N-46 - Абакан, М-37 - Воронеж и гидрогеологической карты масштаба 1:1000 000 Печорского артезианского бассейна». Государственная гидрогеологическая

карта масштаба 1:1000 000 лист М-37 – Воронеж. ВСЕГИНГЕО. М, 2016.

5. Савко А. Д., Мануковский С. В., Мизин А. И., Бурыкин В. Н., Бартнев В. К., Бабкин В. Ф., Окороков В. А. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы. Труды научно-исследовательского института геологии: Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та. Вып. 3. 2001. 201 с.
6. Савко А. Д. Геология Воронежской антеклизы. Труды научно-исследовательского института геологии: Воронеж, Изд-во Воронеж. гос. ун-та. Вып. 12. 2002. 165 с.
7. Отчет о результатах работ по объекту «Создание современной гидрогеологической карты территории железорудной провинции КМА масштаба 1:500 000 с оценкой защищенности источников питьевых подземных вод». М., 2008.
8. Создание цифровых гидрогеологических и геоэкологических карт территории Приволжско-Хоперского артезианского бассейна масштаба 1:1 000 000 как современной гидрогеологической основы оценки состояния геологической среды и прогнозирования ее изменений. Санкт-Петербург, 2005.

---

---

## HYDROGEOLOGY, GEOECOLOGY

---

---

UDC 556.382

ISSN 1609-0691

DOI: <https://doi.org/10.17308/geology.2021.2/3491>

Received: 16.02.2021

Accepted: 20.05.2021

Published online: 30.06.2021

### Hydrogeological zoning of the southern part of the Central Federal District with clarification of the boundaries of structures of the II and III orders

©2021 D. S. Trubitsyn✉, G. Y. Deshevykh

*Voronezh State University, 1 Universitetskaya pl.,  
Voronezh 394018, Russian Federation*

#### Abstract

*Introduction:* Hydrogeological zoning is based on the structural and hydrogeological principle which determines the distinctive character of the formation of groundwater in various hydrogeological structures.

*Methodology and study subject:* The identification of hydrogeological structures is based on tectonic structures which determine the character of the hydrogeological section, hydrodynamic features of hydrogeological units, and the conditions for underwater occurrence and formation. The area of the southern part of the Central Federal District and its representative part within M-37 sheet (Voronezh) is part of the East European complex artesian basin (hydrogeological structure of I order), which (in the observed area) includes fragments of three hydrogeological structures of the II order (Moscow, Dnieper-Donetsk, and Volga-Hopersk artesian basins with fragments of structures of the III order (Dnieper and Donetsk-Don artesian basins)). The boundaries and areas of hydrogeological structures of the second and third order were specified within the hydrogeological mapping with a scale of 1:1,000,000 of M-37 sheet (Voronezh). To solve the problem, a hydrogeological zoning scheme was created, which was based on the structural map of the surface of the crystalline basement.



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

✉ Dmitriy S. Trubitsyn, e-mail: [di\\_trubitsyn@mail.ru](mailto:di_trubitsyn@mail.ru)

**Results and Discussion:** The article presents a detailed description of the hydrogeological structures of the II and III order and their place in tectonic structures, as well as the position of the boundaries according to the updated data.

**Conclusions:** The authors provide an improved scheme aimed at specifying the boundaries of hydrogeological structures of the II and III orders. The improvements are strictly based on the principles of hydrogeological zoning and the analysis of hydrodynamic conditions of the area. They are recommended for further use.

**Key words:** groundwater, hydrogeological zoning, hydrogeological structures, artesian basin, aquifer, aquiclude.

**For citation:** Trubitsyn D. S., Deshevykh G. Y. Hydrogeological zoning of the southern part of the Central Federal District with clarification of the boundaries of structures of the II and III orders. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Geologiya – Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology*, 2021, no. 2, pp. 83–93. DOI: <https://doi.org/10.17308/geology.2021.2/3491>

**Conflict of interests:** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

## REFERENCES

- Ahmedov A. M., Kljuev N. K., Naumkin A. N., Pronin V.G., Stromov V.A. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiiskoi federatsii. Masshtab 1:1 000 000 (tret'e pokolenie). List M-37 «Voronezh»* [State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:1 000 000 (third generation). Sheet M-37 "Voronezh"]. Publishing house of St. Petersburg kartfabriki VSEGEI, 2011. (In Russ.)
- «Printsipy gidrogeologicheskoi stratifikatsii i raionirovaniya territorii Rossii» [“Principles of hydrogeological stratification and zoning of the territory of Russia”]. VSEGINGEO, Moscow, 1998. (In Russ.)
- Pygach S.L., Kovalenko I.A., Kokoreva S.V. *Karta gidrogeologicheskogo raionirovaniya territorii Rossiiskoi Federatsii masshtaba 1:2 500 000 (dlya vedeniya monitoringa podzemnykh vodnykh ob'ektov). Unifitsirovannye skhemy ob'ektov gidrogeologicheskoi stratifikatsii territorii Rossiiskoi Federatsii (artezianskikh basseinov)* [Map of hydrogeological zoning of the territory of the Russian Federation at a scale of 1:2 500 000 (for monitoring underground water bodies). Unified schemes of objects of hydrogeological stratification of the territory of the Russian Federation (artesian basins). Moscow, 2011. (In Russ.)
- Plotnikova R.I., Ustimenko Y.A. *Otchet «Sozdanie komplektov Gosudarstvennykh gidrogeologicheskikh kart masshtaba 1:1000 000 listov N-43 - Omsk, N-44 - Novosibirsk, N-45 - Novokuznetsk, N-46 - Abakan, M-37 - Voronezh i gidrogeologicheskoi karty masshtaba 1:1000 000 Pechorskogo artezianskogo basseina». Gosudarstvennaya gidrogeologicheskaya karta masshtaba 1:1000 000 list M-37 – Voronezh.* [Report "Creation of sets of State hydrogeological maps of scale 1:1000 000 sheets N-43 - Omsk, N-44 - Novosibirsk, N-45-Novokuznetsk, N-46 - Abakan, M-37 - Voronezh and hydrogeological map of scale 1:1000 000 of the Pechora artesian basin". State hydrogeological scale map 1:1000 000 sheet M-37- Voronezh]. VSEGINGEO, Moscow, 2016. (In Russ.)
- Savko A. D., Manukovskii S. V., Mizin A. I., Burykin V. N., Bartenev V. K., Babkin V. F., Okorokov V. A. *Litologiya i fatsii donegenovykh otlozhenii Voronezhskoi anteklizy* [Lithology and facies pre-neogene sediments of the Voronezh anteklise]. *Trudy Nauchno-issledovatel'skogo Instituta Geologii* [The work of the Research Institute of Geology], Voronezh, VSU Publ., vol. 3. 2001. 201 p.
- Savko A. D. *Geologiya Voronezhskoi anteklizy* [Geology of the Voronezh anteklise]. *Trudy Nauchno-issledovatel'skogo Instituta Geologii* [The work of the Research Institute of Geology], Voronezh, VSU Publ., vol.12.2002. 165 p. (In Russ.)
- Otchet o rezul'tatakh rabot po ob'ektu «Sozdanie sovremennoi gidrogeologicheskoi karty territorii zhelezorudnoi provintsii KMA masshtaba 1:500 000 s otsenкой zashchishchennosti istochnikov pit'evykh podzemnykh vod.* [Report on the results of work on the object "creation of a modern hydrogeological map of the territory of iron ore region, KMA of scale 1:500 000 with the assessment of the security rating sources of drinking underground water]. Moscow, 2008. (In Russ.)
- Sozdanie tsifrovyykh gidrogeologicheskikh i geokologicheskikh kart territorii Privolzhsko-Khoperskoi artezianskoi basseina masshtaba 1:1 000 000 kak sovremennoi gidrogeologicheskoi osnovy otsenki sostoyaniya geologicheskoi sredy i prognozirovaniya ee izmenenii* [Creation of digital hydrogeological and geocological maps of the territory of the Volga-Khopersky artesian basin on a scale of 1:1,000,000 as a modern hydrogeological basis for assessing the state of the geological environment and predicting its changes]. Saint-Petersburg, 2005. (In Russ.)

*Трубицын Дмитрий Сергеевич* – инженер I категории НИИ Геологии, ассистент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация;  
E-mail: di\_trubitsyn@mail.ru;  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7361-1959>

*Дешевиных Галина Юрьевна* – ведущий инженер НИИ Геологии, ассистент кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии, Воронежский государственный университет, Воронеж, Российская Федерация;  
E-mail: lina8686@mail.ru;  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1143-546X>

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*

*Dmitry S. Trubitsyn* – engineer in scientific research institute of geology, assistant of the department of hydrogeology, engineering geology and geocology, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation;  
E-mail: di\_trubitsyn@mail.ru;  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7361-1959>

*Galina Y. Deshevykh* – lead engineer in scientific research institute of geology, assistant of the department of hydrogeology, engineering geology and geocology, Voronezh State University, Voronezh, Russian Federation; E-mail: lina8686@mail.ru;  
ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1143-546X>

*All authors have read and approved the final manuscript.*