

УДК 551.24.01+556.3.01

doi: 10.55959/MSU0579-9406-4-2024-63-4-25-34

ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ МЕЩЕРСКОЙ ВПАДИНЫ И ИХ СВЯЗЬ С НОВЕЙШЕЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ РЕГИОНА

Светлана Алексеевна Глухова^{1✉}, Татьяна Владимировна Суханова²,
Олег Викторович Пинигин³, Наталья Александровна Харитоновна⁴

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; koval.sa95@yandex.ru ✉

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; tanikamgu@mail.ru

³ Индивидуальный предприниматель Пинигин Олег Викторович, Москва, Россия; 7178973@mail.ru

⁴ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; tchenat@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследования геологического строения, новейшей тектоники и гидрогеологических условий центральной части Мещерской впадины, находящейся на границе Московской, Рязанской и Владимирской областей. Проведенная детальная характеристика новейшей структуры Клепиковского прогиба позволила выявить молодые растущие поднятия, влияющие на строение и морфологию прогиба. Определены причины интенсивной заболоченности территории и изменения ориентировки прогиба с меридиональной на широтную. Выполненные исследования доказали влияние новейшей тектоники прогиба на гидрогеологические условия территории. Установлено, что в пределах Клепиковского прогиба локализованы области питания и разгрузки подземных вод.

Ключевые слова: неотектоническая структура, разрывные нарушения, линейменты, Мещерская впадина, Клепиковский прогиб, область разгрузки подземных вод

Для цитирования: Глухова С.А., Суханова Т.В., Пинигин О.В., Харитоновна Н.А. Гидрогеологические условия Мещерской впадины и их связь с новейшей тектонической структурой региона // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2024. № 4. С. 25–34.

HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS OF THE MESHCHERA DEPRESSION AND THEIR CONNECTION WITH THE LATEST TECTONIC STRUCTURE OF THE REGION

Svetlana A. Glukhova^{1✉}, Tatyana V. Sukhanova², Oleg V. Pinigin³,
Natalya A. Kharitonova⁴

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; koval.sa95@yandex.ru

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; tanikamgu@mail.ru

³ Individual entrepreneur Pinigin Oleg Viktorovich, Moscow, Russia; 7178973@mail.ru

⁴ Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; tchenat@mail.ru

Abstract. The article presents the results of a study of the geological structure, recent tectonics and hydrogeological conditions of the central part of the Meshchera depression, located on the border of the Moscow, Ryazan and Vladimir regions. The detailed characterization of the newest structure of the Klepikovsky trough made it possible to identify young growing uplifts that influence the structure and morphology of the trough. The reasons for the intense swampiness of the territory and the change in the orientation of the trough from meridional to latitudinal are determined. The studies carried out proved the influence of the latest tectonics of the trough on the hydrogeological conditions of the territory. It has been established that areas of groundwater recharge and discharge can be localized within the Klepikovsky trough.

Keywords: neotectonic structure, faults, lineaments, Meshchera depression, Klepikovsky trough, area of groundwater discharge

For citation: Glukhova S.A., Sukhanova T.V., Pinigin O.V., Kharitonova N.A. Hydrogeological conditions of the Meshchera depression and their connection with the latest tectonic structure of the region. *Moscow University Geol. Bull.* 2024; 4: 25–34. (In Russ.).

Введение. Новейшая тектоническая структура влияет на гидрогеологические условия различных территорий, определяя развитие областей питания и разгрузки подземных вод, фильтрационные свойства водоносных отложений, а также является причиной деформаций толщ пород, что выражается в образовании или закрытии гидрогеологических

окон. На платформенных равнинах новейшие тектонические процессы часто не заметны, однако их развитие может привести к заболачиванию, возникновению оползней, активизации карста и другим опасным экзогенным процессам, а также к загрязнению подземных вод. Исследование связи новейшей тектоники и гидрогеологических условий

для западной части Московской области показали, что повышенная трещиноватость и проницаемость пород, а также формирование области питания подземных вод подольско-мячковского (каменно-угольного) водоносного комплекса, обусловлены развитием тектонической структуры Тростенской впадины [Глухова и др., 2023].

Похожая обстановка выявлена в районе Великих Мещерских озер, находящихся в Мещерской впадине в долине р. Пра. Территория характеризуется пониженным современным рельефом и интенсивной заболоченностью.

Целью данной работы является детальная геолого-гидрогеологическая характеристика центральной и восточной частей Мещерской впадины и оценка влияния новейшей тектоники региона на гидрогеологические условия данной территории.

Материалы и методы исследований. При изучении исследуемого района применялся комплекс геологических, структурно-геоморфологических, гидрогеологических методов, а также линеаментный и геодинамический анализы.

Геологическое строение района исследования установлено на основе данных геологических съемок, бурения, рассмотрения многочисленных геологических и гидрогеологических разрезов [Государственная..., 2015; Геологическая..., 1971]. Анализ складчатых и разрывных деформаций древних отложений в совокупности с изучением новейших структур и отложений позволил оценить степень их унаследованности.

Структурно-геоморфологический анализ заключался в выделении новейших поднятий, прогибов на топографических картах разных масштабов и космических снимках, их сопоставлении со структурами осадочного чехла и фундамента. Применение данного метода позволило детально охарактеризовать новейший Клепиковский прогиб. По геологическому строению и разным ландшафтным признакам были выделены молодые развивающиеся структуры, влияющие на гидрогеологические условия прогиба и окружающей территории.

Линеаментный анализ. Исследуемый район является «закрытым» из-за широкого развития покровных четвертичных отложений, поэтому о его тектонической структуре и процессах, влияющих на гидрогеологические условия, приходится судить по косвенным признакам, в частности, по линеаментам. Последние в большинстве случаев проявляют зоны трещиноватости пород, развитые на разных глубинах, разрывные нарушения в осадочном чехле и фундаменте. Большая часть линеаментов дешифрируется по эрозионной сети и другим ландшафтным особенностям (по прямолинейным очертаниям побережий озер, уступов склонов). Для дешифрирования была использована топографическая карта масштаба 1 : 500 000. С целью дополнительного выделения линеаментов, определения кинематического типа некоторых из них, особенно в пределах Клепиковского

прогиба, и современных геодинамических условий развития территории было выполнено построение цифровой модели рельефа масштаба 1 : 100 000.

Геодинамический анализ новейших структур, линеаментов и разрывных нарушений позволил оценить современные геодинамические условия, тенденции развития структур и их влияние на гидрогеологические условия.

Оценка влияния новейшей структуры Клепиковского прогиба на гидрогеологические условия выполнена на основании обобщения, систематизации и анализа фондовых и архивных материалов, включая материалы Государственной геологической и гидрогеологической съемок масштаба 1 : 200 000, а также гидрогеологических карт масштаба 1 : 500 000 и мелъче, результатов геологоразведочных работ, проведенных с целью поисков, разведки и оценки запасов подземных вод, а также результатов мониторинга состояния подземных вод в районе исследования. Построение карт гидроизопьез гжельско-ассельского и касимовского водоносных комплексов выполнено на основании материалов Государственной гидрогеологической съемки масштаба 1 : 200 000. Данные по замерам уровня подземных вод, полученные при проведении съемочных работ, носят наиболее полный и широкомасштабный характер для района исследования, что позволяет использовать именно их для анализа закономерностей формирования пьезометрической поверхности на региональном уровне.

Результаты исследований и их обсуждение.
Геологическое строение района исследования. Территория исследования находится в Центральной части Русской равнины в пределах Мещерской низменности (рис. 1). В геологическом строении принимают участие породы широкого возрастного диапазона: архей-нижнепротерозойские породы в составе кристаллического фундамента, и верхнепротерозойские, палеозойские, мезозойские и кайнозойские отложения, слагающие осадочный чехол. При этом палеозойские отложения наклонены на север, а мезозойские и кайнозойские — на юг.

Архей-нижнепротерозойские породы представлены преимущественно гнейсами и метаморфическими сланцами. В основании осадочного чехла располагаются верхнепротерозойские вендские песчаные отложения мощностью до 300 м, с несогласием перекрытые девонскими терригенными и карбонатными толщами общей мощностью 470 м, слагающими все отделы девона.

Отложения каменноугольной системы, относящиеся к турнейскому, визейскому, серпуховскому, московскому, касимовскому и гжельскому ярусам нижнего, среднего и верхнего отделов на исследуемой территории распространены повсеместно. Они несогласно залегают на верхнедевонских отложениях, смяты в пологие складки и имеют терригенно-карбонатный состав. Их мощность увеличивается с юга на север от 50 м до 400 м соответственно.

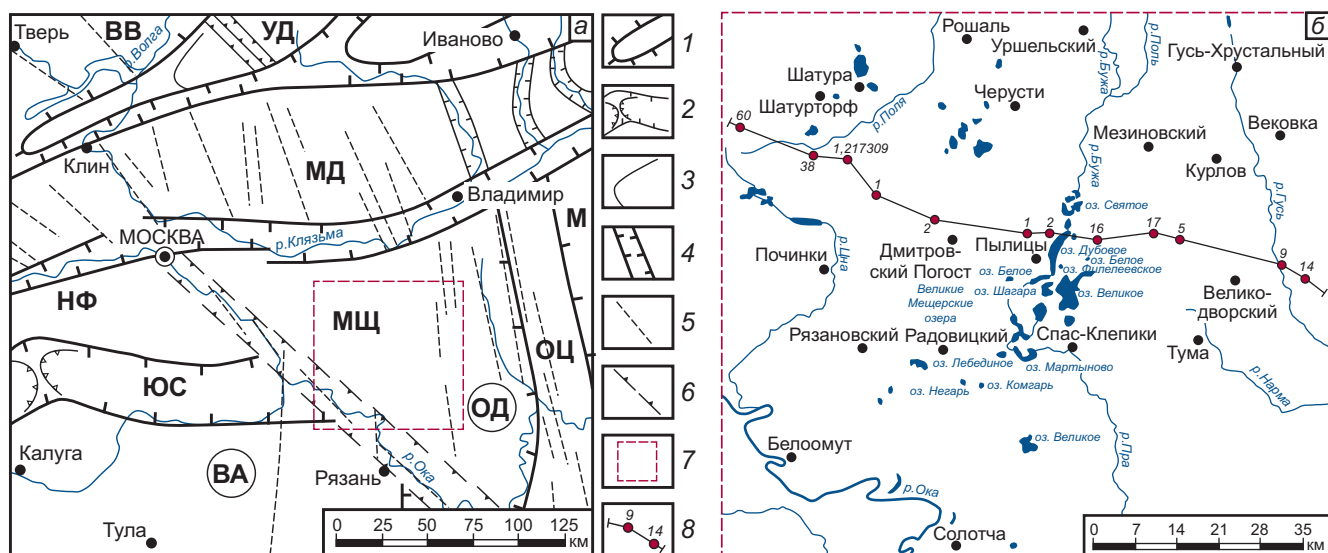


Рис. 1. Обзорная схема района исследования: а — положение района исследования в структурно-геоморфологическом плане Московско-Нижегородской части Русской плиты [Макаров и др., 1998]. Обобщенные контуры: 1 — зон эрозивно-тектонических поднятий, 2 — понижений; 3 — характерные контуры эрозийного рельефа; 4 — структурные линии развивающихся валообразных поднятий, 5 — антецедентные участки речных долин; контуры крупных тектонических структур: 6 — линеаменты, 7 — граница района исследования; 8 — линия гидрогеологического разреза со скважинами. Буквами обозначены: поднятия: УД — Угличско-Даниловское, МД — Московско-Дмитровское, НФ — Наро-Фоминское, Воронежской антеклизы (ВА); относительно опущенные зоны — ВВ — Верхневолжская, ЮС — Южно-Серпуховская, Окско-Донского прогиба (ОД) и в его составе МЩ — Мещерская и М — Муромская впадины, ОЦ — Окско-Цнинский вал. б — крупный план района исследования с основными водотоками

Пермская система представлена сульфатно-карбонатной толщей приуральского отдела и глинистыми и песчаными отложениями татарского, с общей мощностью до 90 м. Отложения развиты только на севере территории, где они с разрывом залегают на породах верхнего карбона.

Мезозойские отложения широко развиты на территории исследования, с несогласием залегают на более древних толщах. Местами они образуют древние долины. Одна из них протягивается субмеридионально в центральной части территории, другая — параллельно ей на востоке. Юрская система представлена средним и верхним отделами, включающими батский и келловейский, кимериджский и волжский ярусы, сложенные песчаными и глинистыми отложениями.

Меловая система представлена нижним отделом, включающим валанжинский, готеривский, барремский, аптский и альбский ярусы. Общая мощность отложений, преимущественно терригенных, находится в диапазоне 50–70 м.

Кайнозойские отложения имеют неоген-четвертичный возраст. Мощность неогеновых песков — первые метры. Четвертичная система представлена всеми разделами. Преобладают водноледниковые, ледниковые, аллювиальные, озерные и болотные отложения. Водноледниковые гравийно-песчаные и ледниковые моренные суглинки относятся к трем оледенениям: нижнеплейстоценовому — окскому, среднеплейстоценовому — днепровскому (в составе московского на новых картах) и московскому. Аллювий представлен, главным образом, песками и суглинками, слагающими поймы и над-

пойменные террасы рек Оки, Пры, Гуся, Бужы, Поли и др. Озерные песчано-глинистые отложения образованы во время всех ледниковых эпох и межледниковья. В межледниковых разрезах отмечается присутствие большого количества озерного и болотного торфа. В западинах моренного рельефа и на террасах широко развиты голоценовые торфяники.

К четвертичным относятся имеющие незначительное распространение эоловые, почвенно-лессовые и делювиальные позднеплейстоцен-голоценовые отложения.

Тектоническое строение. Территория Мещерской впадины находится над Тумско-Шатурским и Чучковским выступами фундамента, разделяющими Московский и Пачелмский авлакогены. Средние отметки залегания поверхности фундамента в центральной части района –1500 м, к авлакогенам она снижается до –3500 м.

По данным аэромагнитной съемки, выполненной ФГУ НПП «Аэрогеофизика» в 2001 г., рельеф кристаллического фундамента исследуемой территории нарушен разрывами преимущественно диагональных ориентировок. Наиболее протяженные из них имеют северо-западные ориентировки (рис. 2). На плитном этапе на изучаемой территории сформировался Рязано-Саратовский прогиб, заполненный осадочными отложениями палеозойско-мезозойского возраста.

Новейшая тектоническая структура. Новейшая Мещерская впадина является северной частью Окско-Донского субмеридионального прогиба [Макаров и др., 1998]. Границами ее являются прогибы Клязьминский — на севере, Рязанский — на

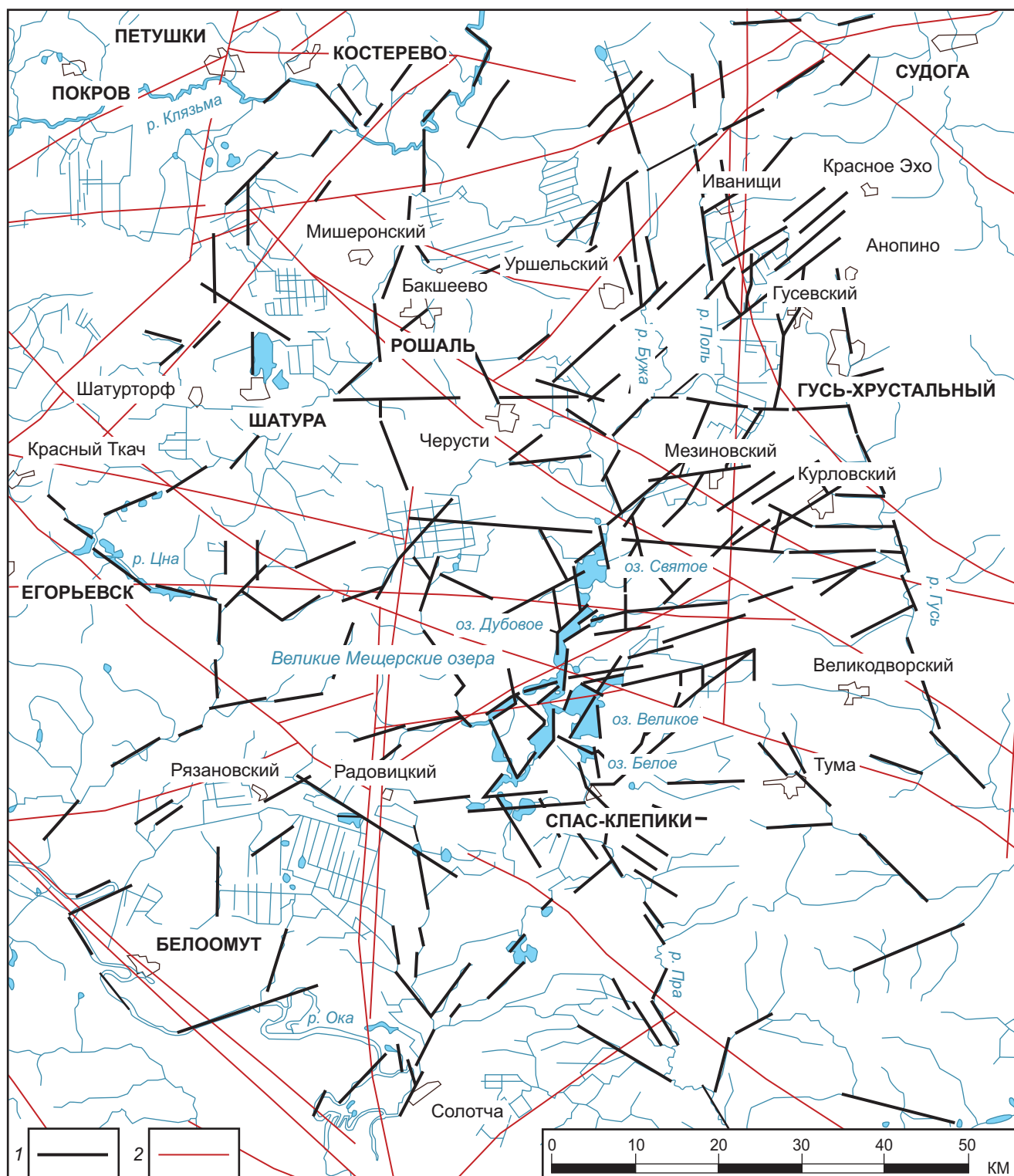


Рис. 2. Линеamentы района исследования (1) и разрывные нарушения в фундаменте (2)

юге. Окско-Цнинский вал ограничивает впадину на востоке (см. рис. 1).

Впадина дифференцирована на поднятия и прогибы более высокого порядка. Выделяются крупные поднятия: Егорьевское, Шатурское, Дмитровское, Курловское, Уршельское, Анопинское, менее крупные — Мишеронское, Солотчинское, Заокское и др.; прогибы — Клязьминский, Рязановский, Клепиковский, Цнинский, Туголесский, Гусевский, Колпин-

ский (рис. 3). Максимальные абсолютные отметки рельефа снижаются с северо-запада с 214–170 м к юго-востоку до 130–125 м, а в прогибах изменяются от 120 до 100 м. Поднятия сложены юрскими и меловыми отложениями, и маркируются останцами четвертичных ледниковых отложений. Прогибы выработаны в мезозойских отложениях, местами врезаны до каменноугольных (Туголесский). К ним приурочены речные долины, озерные водоемы

и болота. Мощность четвертичных отложений возрастает в прогибах и сокращается на поднятиях.

Линеаменты Мещерской впадины проявлены в основном руслами рек Оки, Клязьмы, Гусы, Цны, Пры, Бужи, Поли и границами озер (см. рис. 2). Преобладают диагональные, субмеридиональные и меридиональные простирания. Многие линеаменты одного простирания, надстраивая друг друга, или подставляя кулисно, образуют протяженные цепочки и зоны. Некоторые линеаменты ограничивают новейшие поднятия (Егорьевское и др.) и прогибы (Туголесский и др.), а менее крупные линеаменты осложняют их внутреннее строение. Часть линеаментов отражает разломы фундамента.

Ниже более детально рассмотрена новейшая структура центральной части Мещерской впадины, которую занимает Клепиковский прогиб (рис. 4). Прогиб имеет субмеридиональное простирание и ограничен с запада Уршельским и с востока Курловским поднятиями с абсолютными отметками 140–136 м. К нему приурочены долины рек Бужи, Поли и Пры, а также озера, называемые Великими Мещерскими. Большая часть прогиба заболочена, широко развиты торфяники. В пределах прогиба в разных его частях выделяются локальные поднятия. Прогиб наследует древнюю пологую синклиналь, а также долину стока талых вод с выполняющими ее флювиогляциальными отложениями времени отступления среднелепистоценового московского оледенения и более молодыми позднелепистоцен-голоценовыми аллювием и озерными осадками.

Внутреннее строение прогиба неоднородно. В северной субмеридиональной части он разделен узким поднятием на две ветви, соответствующих долинам рек Бужи и Поли. Восточная ветвь с долиной р. Поли более широкая (10–12 км). Абсолютные высотные отметки основания прогиба снижаются к югу от 130 до 120 м. Эта ветвь наследует зону трещиноватости, которая, возможно, отражает глубинный субмеридиональный разлом фундамента (см. рис. 4). Значительная раздробленность территории может обуславливать увеличение проницаемости отложений и, таким образом, приводить к образованию гидрогеологических окон.

В центральной части ниже впадения Поли в Бужу прогиб имеет север-северо-восточное простирание. Абсолютные отметки основания прогиба снижаются к югу от 120 до 115 м. Он частично наследует древнюю юрскую долину. В сторону прогиба отмечается понижение поверхности мезозойских и палеозойских горизонтов. С севера и с юга эта часть прогиба ограничена широтными линеamentными зонами, предполагающими по строению рельефа право- и левосдвиговые деформации, соответственно. Ширина его увеличивается до 20 км при слиянии с Туголесским прогибом, здесь к нему приурочена долина р. Пра с цепочкой озер Святое, Дубовое, Великое, Ивановское, Белое. Озера, ограниченные диагональными линеamentами, образуют

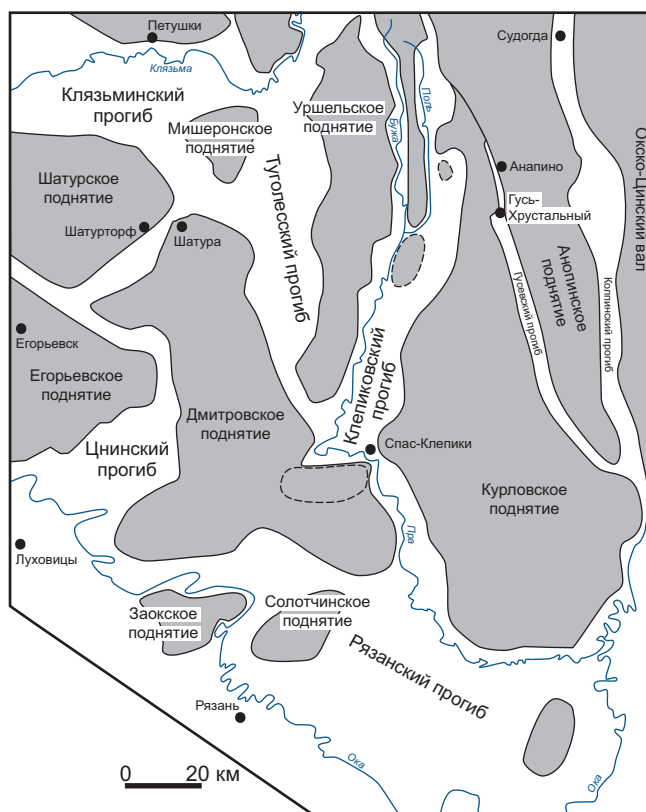


Рис. 3. Схема неотектонических структур Мещерской впадины

кулисный ряд север-северо-восточного простирания, отвечающий обстановкам правого сдвига.

В районе пос. Спас-Клепики русло Пры резко меняет направление с меридионального на широтное. Здесь выделяется широтная линеamentная зона, с которой связаны повышенные трещиноватость и проницаемость пород. К ней приурочены озера (Святое, Шагора, Великое), образующие левосдвиговый кулисный ряд. Изменение направления русла может быть вызвано подпруживающим влиянием растущих, слабо выраженных в рельефе локальных поднятий в южной части Дмитровского поднятия и ведущих к заболачиванию территории. Превышения поднятий над поверхностью прогиба — от 3 до 5–7 м. Заболачиванию также может способствовать близкое залегание водоупора — донской морены.

Южнее пос. Спас-Клепики прогиб становится субмеридиональным, пересекается серией линеamentов, и в районе пос. Бельское, меняя ориентировку на широтную, вливается в обширный Рязановский прогиб, вновь наследуя древнюю юрскую долину, и протягивается до Оско-Цнинского вала.

Полученная нами характеристика новейшей тектоники Клепиковского прогиба с низкими гипсометрическими отметками, интенсивной заболоченностью, многочисленными озерами свидетельствует о современном прогибании, что может быть вызвано условиями растяжения, ранее установленными для Мещерской впадины М.Л. Коппом [2004]. Установлена современная скорость опускания 4 мм/год [Лилиенберг, 1987]. Дополнительным подтвержде-

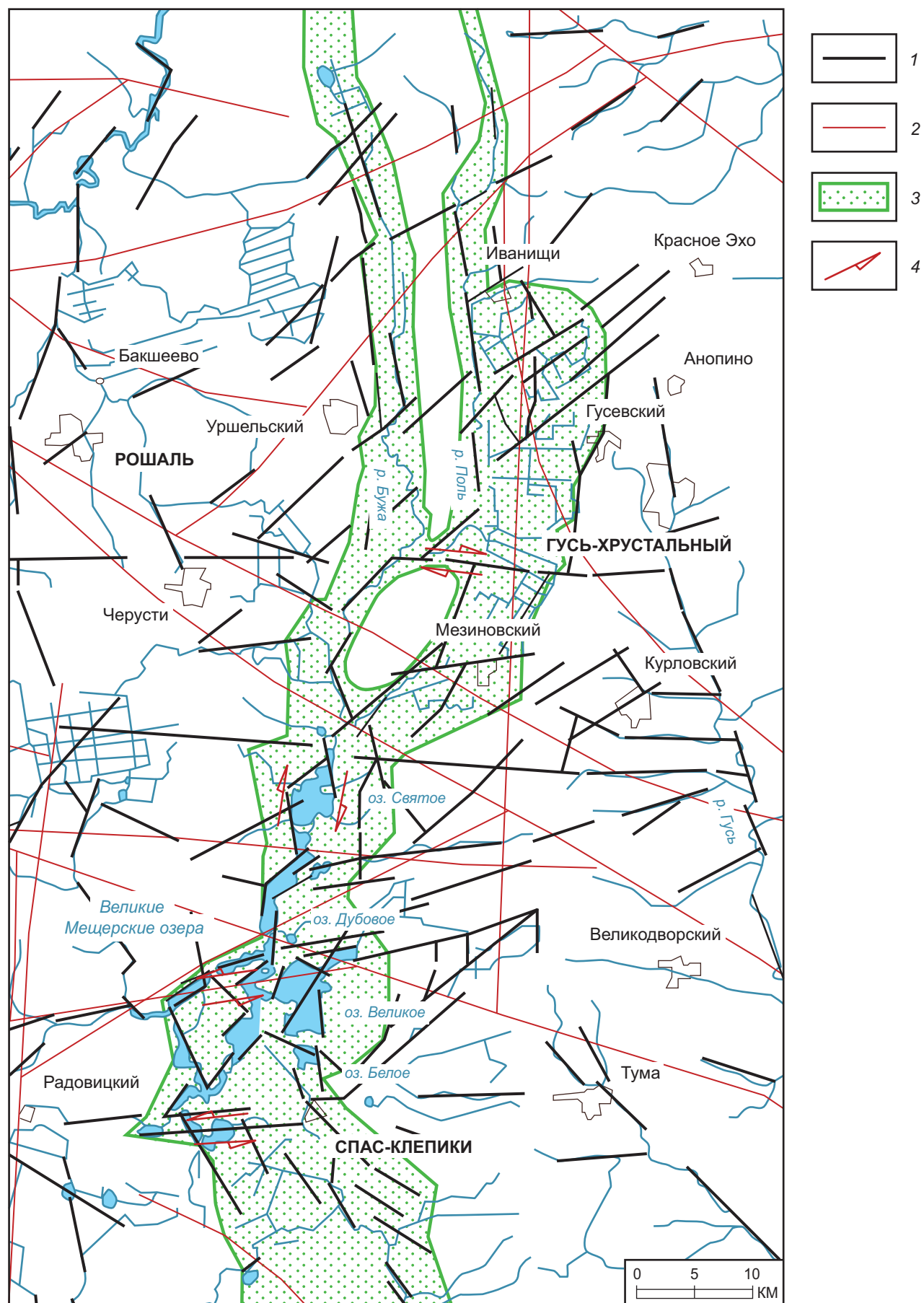


Рис. 4. Строение Клепиковского прогиба: 1 — линеаменты, 2 — разрывные нарушения в фундаменте, 3 — граница Клепиковского прогиба, 4 — предполагаемые сдвиговые деформации

нием опускания является затопление прибрежной части археологической стоянки, расположенной на южном берегу оз. Шагара [Сорокин, 2017], произошедшее 7300 ± 500 л.н. (ГИН-3892) — 10000 ± 400 л.н. (ГИН-3549).

По нашему мнению, выявленные на данной территории разнориентированные линеаменты с различной кинематикой могут указывать на наличие разрывных нарушений. Данные разрывные нарушения способствуют развитию зон повышенной проницаемости и возможному формированию гидрогеологических окон.

Гидрогеологические условия района исследования. По гидрогеологическим условиям район исследования приурочен к юго-восточной части Московского артезианского бассейна. В пределах изучаемой территории подземные воды циркулируют в четвертичных, неогеновых, меловых, юрских, каменноугольных, девонских и протерозойских отложениях различного генезиса.

Верхняя часть гидрогеологического разреза представлена водоносным комплексом четвертичных отложений (Q_{I-IV}), локально распространенными водоносным неогеновым горизонтом (N) и водоносным волжско-альбским терригенным комплексом ($J_{3v}-K_{1al}$) (рис. 5). Данные водоносные горизонты и комплексы отделены от водоносных горизонтов каменноугольного возраста келловей-кимериджским региональным водоупорным горизонтом ($J_{2-3}k-km$). Также в районе исследования выделяется локально распространенный слабоводоносный бат-келловейский терригенный комплекс ($J_{2bt}-k$), который гидравлически связан с водами каменноугольных отложений. В северной части района исследования первым водоносным комплексом, приуроченным к отложениям каменноугольного возраста, является гжельско-ассельский карбонатный комплекс ($C_{3g}-P_{1a}$), в центральной части — касимовский карбонатный комплекс (C_{3ksm}), и в южной части района исследования — водоносный подольско-мячковский карбонатный комплекс ($C_{3pd}-mc$). Погружение каменноугольных отложений происходит на север и северо-восток, к центру бассейна.

Влияние новейшего Клепиковского прогиба на гидрогеологические условия района исследования. На рис. 6 представлена карта гидроизопьез гжельско-ассельского карбонатного комплекса ($C_{3g}-P_{1a}$), распространенного в центральной и северной частях района исследования. Анализ урвненной поверхности показывает, что абсолютные отметки урвня подземных вод для данного комплекса изменяются от 93 до 131 м, региональное снижение урвня происходит к северу. На общем фоне снижения урвня в районе г. Гусь-Хрустальный фиксируется куполообразная пьезометрическая поверхность с абс. отм. 120–131 м. Положение восточной части купола с абс. отм. 120–128 м обусловлено наличием области питания, поскольку в данном районе комплекс выходит

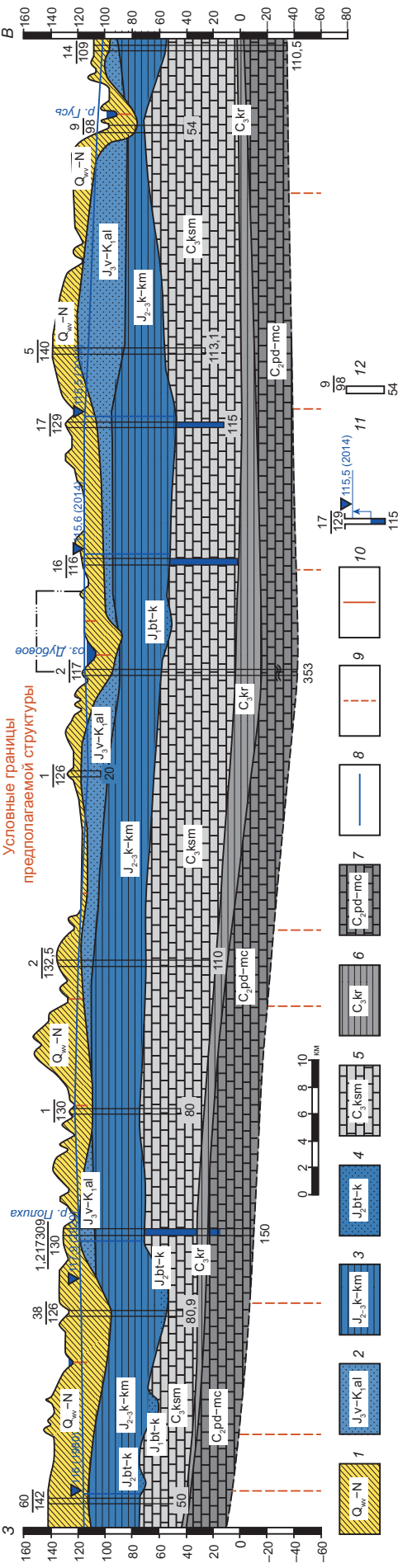


Рис. 5. Гидрогеологический разрез района исследования: 1 — водоносный комплекс четвертичных отложений и неогеновый водоносный горизонт объединенные, 2 — водоносный волжско-альбский терригенный комплекс, 3 — келловей-кимериджский региональный водоупорный горизонт, 4 — слабоводоносный бат-келловейский терригенный комплекс, 5 — касимовский карбонатный комплекс, 6 — водоупорный кривякинский терригенный комплекс, 7 — водоносный подольско-мячковский карбонатный комплекс, 8 — уровень подземных вод касимовского карбонатного комплекса, 9 — разломы фундамента, 10 — линеаменты, 11 — скважина гидрогеологическая. Дробь сверху: в числителе — номер скважины, в знаменателе — абс. отм. устья. Цифра внизу — глубина скважины. Стрелка соответствует напору подземных вод. Цифра у стрелки — абс. отм. пьезометрического урвня, м; в скобках — дата замера урвня; 12 — скважина геологическая. Дробь сверху: в числителе — номер скважины, в знаменателе — абс. отм. устья. Цифра внизу — глубина скважины

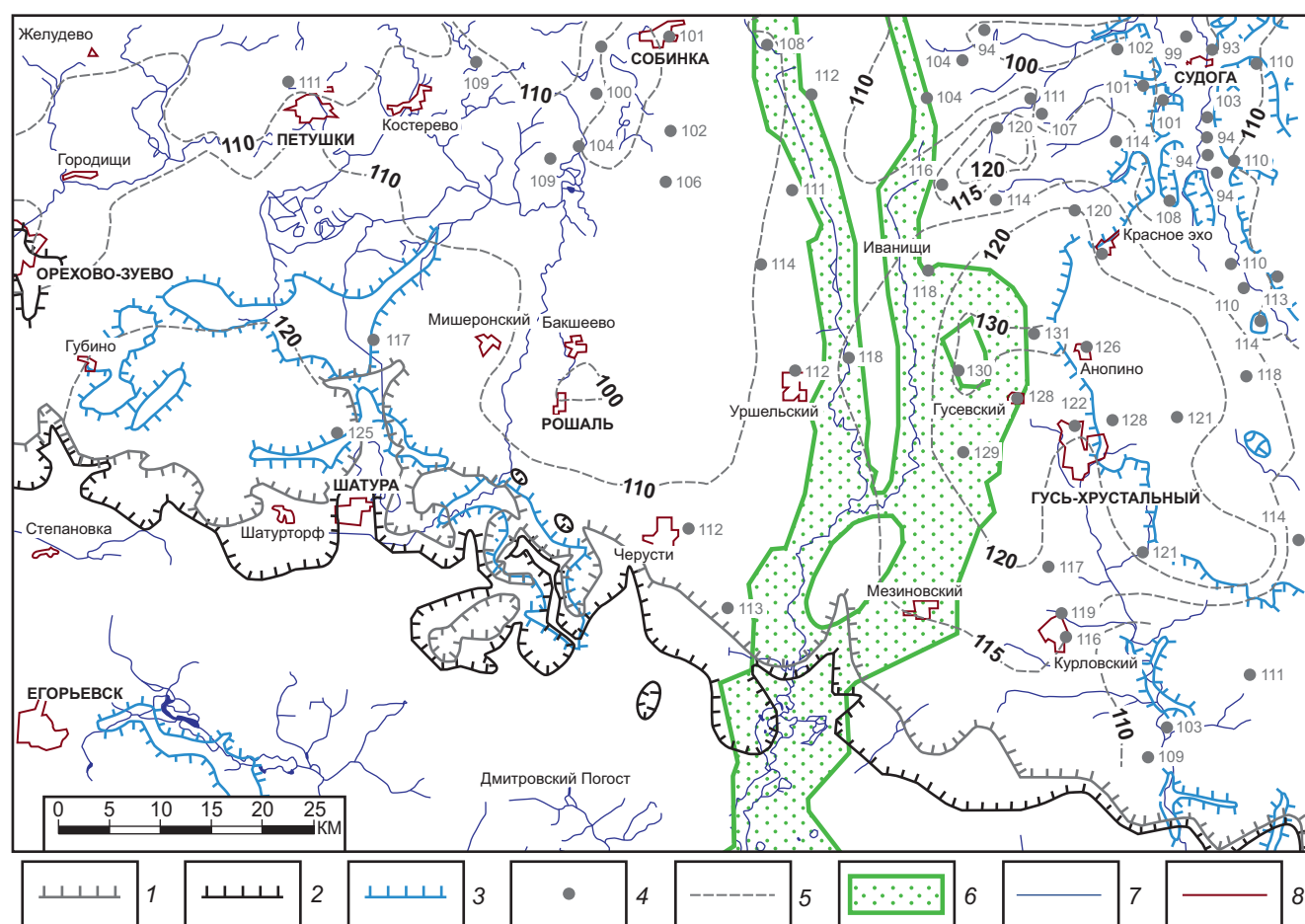


Рис. 6. Карта гидроизопьез гжельско-ассельского карбонатного комплекса в районе исследования [Гидрогеологическая..., 1980; 1981б]. Граница распространения: 1 — гжельско-ассельского карбонатного комплекса; 2 — водоупорного щелковского терригенного горизонта; 3 — водоупорного келловей-киммериджского верхнеюрского терригенного горизонта; 4 — скважина, цифра рядом — абс. отм. уровня подземных вод гжельско-ассельского карбонатного комплекса; 5 — гидроизопьезы гжельско-ассельского карбонатного комплекса; 6 — Клепиковский прогиб; 7 — поверхностные водотоки и водоемы; 8 — населенные пункты

на дневную поверхность или перекрыт маломощной (0,5–5,0 м) днепровской мореной. Западная часть купола с максимальными абс. отм. около 130 м тяготеет к северной части Клепиковского прогиба, в пределах которого комплекс перекрыт водоупорным келловей-киммериджским верхнеюрским терригенным горизонтом. Формирование разрывных нарушений в пределах Клепиковского прогиба могло привести к образованию области повышенной проницаемости в келловей-киммериджском водоупорном горизонте, что в свою очередь обуславливает наличие области питания и соответственно положение западной части купола. Иначе положение купола, вероятно, было бы ограничено восточнее г. Гусь-Хрустальный, в месте выхода комплекса на дневную поверхность.

На рис. 7 представлена карта гидроизопьез касимовского карбонатного комплекса (C_3k_{sm}), широко распространенного в районе исследования. В центральной части района, в долине Великих Мещерских озер, комплекс залегает под келловей-киммериджским водоупорным горизонтом ($J_{2-3}k-k_{sm}$), а в северной части комплекс отделен от вышележащего гжельско-ассельского комплекса ($C_{3g}-P_1a$) щелковским водоупорным горизонтом (C_{3sc}).

В изучаемом районе абс. отм. уровня подземных вод водоносного касимовского карбонатного комплекса изменяются от 93 до 129 м. Подобно гжельско-ассельскому комплексу общее снижение уровня также происходит к северу. На основе анализа урвневной поверхности, можно отметить, что, максимальные абс. отм. уровня (118–129 м) фиксируются в северной части Клепиковского прогиба в виде куполообразной поверхности (см. рис. 7). Вероятно, здесь находится область питания комплекса за счет перетока из вышележащего гжельско-ассельского комплекса, в котором ранее нами была отмечена подобная куполообразная поверхность.

В центральной части Клепиковского прогиба, где комплекс залегает непосредственно под келловей-киммериджским водоупорным горизонтом, абс. отм. уровня подземных вод составляют около 111–118 м. Северо-восточнее эта область «сливается» с подобными отметками в районе Туголеского прогиба и Уршельского поднятия. По данным Гидрогеологической съемки [Гидрогеологическая..., 1981а] в непосредственной близости от Великих Мещерских озер уровень касимовского водоносного комплекса устанавливается или выше уровня

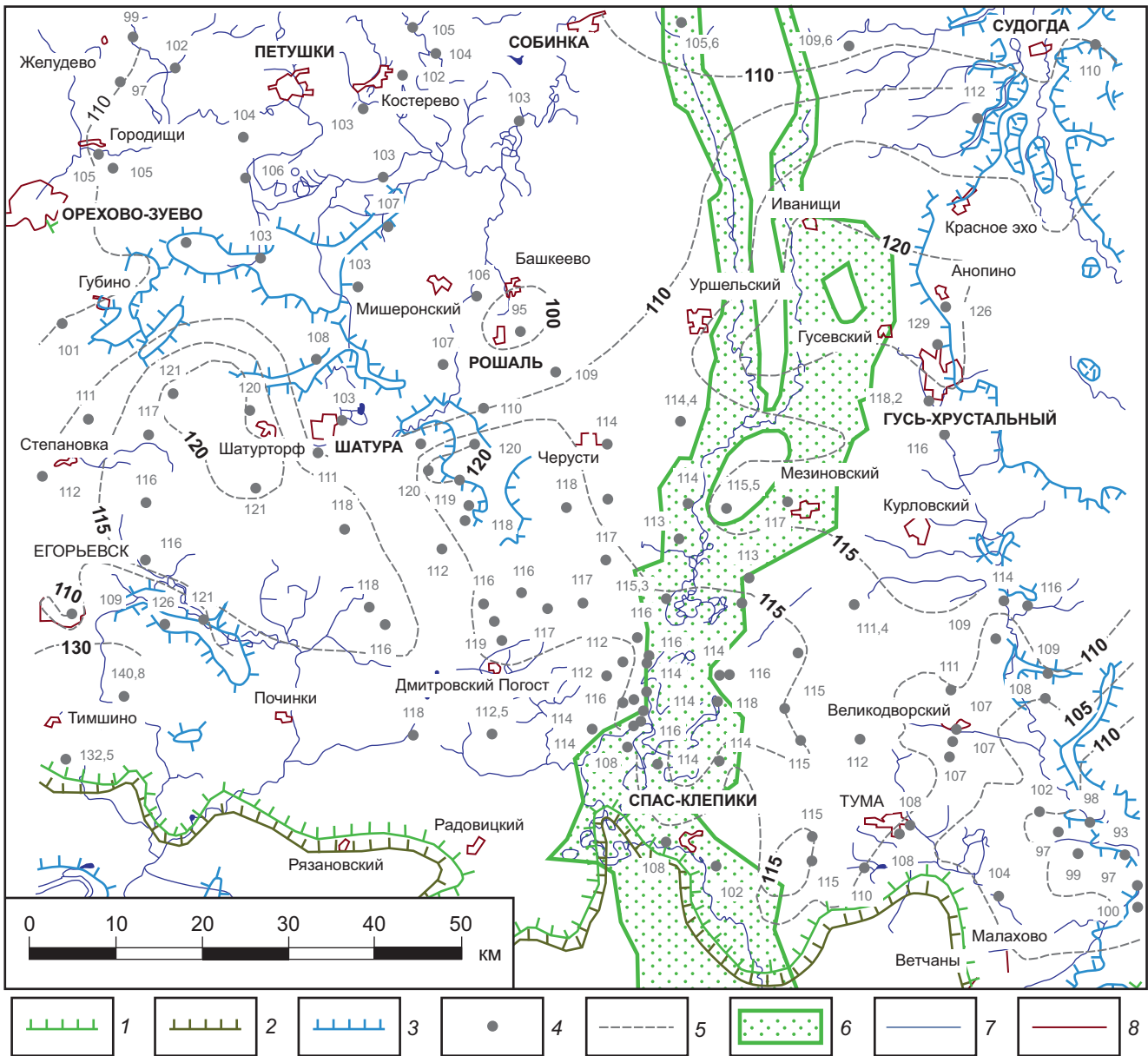


Рис. 7. Карта гидроизопьез касимовского карбонатного комплекса в районе исследования [Гидрогеологическая..., 1974; 1981б; Государственная..., 1987]. Граница распространения: 1 — касимовского карбонатного комплекса; 2 — водоупорного кривякинского терригенного горизонта; 3 — водоупорного келловей–киммериджского верхнеюрского терригенного горизонта; 4 — скважина, цифра рядом — абс. отм. уровня подземных вод касимовского карбонатного комплекса; 5 — гидроизопьезы касимовского карбонатного комплекса; 6 — Клепиковский прогиб; 7 — поверхностные водотоки и водоемы; 8 — населенные пункты

грунтовых вод (на 1–3 м), или на одинаковых с ним отметках (115–114 м). Следовательно, происходит питание четвертичного водоносного комплекса, озер и болот водами касимовского комплекса [Гидрогеологическая..., 1981а]. Также по результатам данной съемки отмечается, что в долине р. Пра и вблизи озер Великое и Дубовое происходит питание четвертичных отложений водами подольско-мячковского водоносного комплекса.

Таким образом, можно отметить, что к северной части Клепиковского прогиба приурочена область питания касимовского карбонатного комплекса, а к южной — его область разгрузки.

Выполненный анализ гидрогеологических условий и уровня поверхности гжельско-ассельского

и касимовского карбонатных комплексов показывает, что к северной части Клепиковского прогиба, вероятно, приурочена область питания водоносных комплексов, а в центральной части прогиба, в долине Великих Мещерских озер, сформирована область разгрузки подземных вод.

Эти предположения подтверждаются результатами ранее выполненных региональных работ, проведенных в районе исследования.

В 1970 г. на территории центральной части Мещерской низменности Московской геолого-гидрогеологической экспедицией была произведена разведка под крупный водозабор для водоснабжения г. Москвы. По результатам выполненных работ отмечена гидравлическая взаимосвязь касимовского

комплекса с водами рек, озер (Иванковское, Шагара, Дубовое, Великое и др.) и болот. Доказано, что питание глубоких замкнутых озер связано с разгрузкой подземных вод касимовского водоносного комплекса [Гидрогеологическая..., 1981а].

Также следует отметить, что по результатам съемки [Гидрогеологическая..., 1981а] в районе трех озер (Белое у д. Белое, Белое у д. Дубасово и Филеевское) отмечена Белоозерская зона повышенной трещиноватости в породах каменноугольного возраста субширотного простирания, отраженная в линеаментах (рис. 1, 4).

По результатам гидрогеохимического опробования отмечено, что на отдельных участках в районе Великих Мещерских озер, а также южнее в пределах широтной зоны повышенной трещиноватости, состав подземных вод касимовского водоносного комплекса меняется с гидрокарбонатного кальциево-магниевого или магниево-кальциевого на гидрокарбонатно-сульфатный и сульфатно-гидрокарбонатный магниево-кальциевый. Там же отмечаются наибольшие значения минерализации (от 0,5 до 0,7 г/л) и общей жесткости (до 8,8 мг-экв/л). Предполагается, что в этих местах происходит подпитывание касимовского комплекса мячковско-подольскими водами [Гидрогеологическая..., 1981а].

В исследуемом районе обнаружена вертикальная циркуляция вод через водоупорный келловей-киммериджский верхнеюрский терригенный горизонт. В пределах Великих Мещерских озер коэффициент фильтрации глинистых пород водоупора достигает $5 \cdot 10^{-3}$ – $3 \cdot 10^{-2}$ м/сут [Гидрогеологическая..., 1981б].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000 / Кордун Б.М., Журавлев А.В., Евстафьева С.М. Сер. Московская. Лист N-37-X. Объясн. зап. Министерство геологии СССР. Второе гидрогеологическое управление. М., 1971. 135 с.

Гидрогеологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Московская. Лист N-37-IV. М., 1980; Лист V. М., 1975; Лист X. М., 1950; Лист XI. М., 1974.

Гидрогеологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000 / Квятковская Г.Н. Сер. Московская. Лист N-37-XI (Тума). Объясн. зап. ПГО «Центргеология». М., 1981а. 111 с.

Гидрогеологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000 / Лачинова Н.С. Сер. Московская. Лист N-37-V (Судогда). Объясн. зап. ПГО «Центргеология». М., 1981б. 105 с.

Глухова С.А., Пинигин О.В., Расторгуев А.В. Роль присдвиговых структур растяжения в субвертикальной фильтрации водонапорной системы Московского артезианского бассейна // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2023. № 1. С. 97–109.

Государственная геологическая карта Российской Федерации / Кузьмин А.Н., Кириков В.П., Лукьянова Н.В.,

Заключение. Клепиковский прогиб представляет собой новейшую структуру, развитую в пределах Мещерской впадины. Он наследует древнюю синклиналь, юрскую долину, а в четвертичное время прогиб являлся долиной стока талых вод московского оледенения. Широкое развитие глинистых отложений в его разрезе обуславливает интенсивную заболоченность территории. Современная тектоника определяет дифференциацию и морфологию прогиба. Небольшие локальные поднятия, не ясно выраженные в рельефе, влияют на его простирание и строение.

Выполненный анализ гидрогеологических условий показывает, что к северной части Клепиковского прогиба приурочена область питания подземных вод гжельско-ассельского и касимовского водоносных комплексов. В центральной части Клепиковского прогиба, в долине Великих Мещерских озер, происходит разгрузка подземных вод касимовского водоносного комплекса в водоносные горизонты четвертичных отложений и затем — в поверхностные воды озер и болот. Формирование областей питания и разгрузки подземных вод происходит, главным образом, за счет «ослабленных» зон в разделяющих водоупорных горизонтах, образованных за счет тектонического фактора. Таким образом, в пределах центральной и восточной частей Мещерской впадины влияние новейшей тектоники региона на гидрогеологические условия выражено в формировании локальных зон восходящего и нисходящего движения подземных вод региональных напорных водоносных горизонтов среднего и верхнего карбона.

Максимов А.В. и др. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Лист N-37. М., 2015.

Государственная гидрогеологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000 / Кабанов Ю.Н., Меньшенин О.А., Шик Е.М. Сер. Московская. Лист N-37-IV (Шатура). Объясн. зап. ПГО «Центргеология». М., 1987. 167 с.

Копп М.Л. Мобилистическая неотектоника платформ Юго-Восточной Европы. М.: Наука, 2004. 340 с. (Тр. ГИН РАН, вып. 552).

Лилиенберг Д.А. Развитие и совершенствование картирования современных тектонических движений // Современные движения земной коры: Морфоструктуры, разломы, сейсмичность. М.: Наука, 1987. С. 60–68.

Макаров В.И., Бабак В.И., Гаврюшова Е.А., Федонкина И.Н. Новейшая тектоническая структура и рельеф Москвы // Геоэкология. 1998. № 4. С. 3–20.

Сорокин А.Н. Шагара 4 как геoarхеологический источник // Материалы охранных археологических исследований. Т. 20. М.: ИА РАН, 2017. С. 216.

Статья поступила в редакцию 20.02.2024,
одобрена после рецензирования 21.03.2024,
принята к публикации 18.08.2024