

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР
ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА СССР

МАСШТАБ 1:200 000

СЕРИЯ МОСКОВСКАЯ

Лист О-36-XXIII

Объяснительная записка

Составители: *О.Н.Шаталова, Л.Т.Семеновко*
Редактор *Т.А.Ишутина*

Утверждено гидрогеологической секцией
Научно-редакционного совета ВСЕГЕИ при ВСЕГИНГЕО
20 декабря 1974 г., протокол № 3

МОСКВА 1979

ВВЕДЕНИЕ

Гидрогеологическая карта СССР листа 0-36-XXIII составлена Территориальным геологическим управлением центральных районов. Авторы: О.Н.Шаталова, Л.Т.Семеновко, редактор Т.А.Ишункина. Геологические карты этого листа, послужившие основой, подготовлены к изданию одновременно с гидрогеологической картой.

Исходным материалом для составления гидрогеологической карты явились результаты геолого-гидрогеологической съемки масштаба 1:200 000, проведенной в 1965-1966 гг. Л.Т.Семеновко, Е.А.Шулешиной, С.А.Осиповым и Л.Т.Строчкиной. В 1973 г. при подготовке листа к изданию Л.Т.Семеновко проведены контрольно-увязочные маршруты, которые дали дополнительный материал. Гидрогеологическая карта кондиционна. При ее составлении использованы данные по 396 родникам и колодцам и результаты опробования 10 гидрогеологических и 38 картировочных скважин, пробуренных в процессе съемки. Кроме данных полевых наблюдений при съемке использован материал по 550 скважинам и выработкам, пройденным на территории листа в разное время Калининским трестом "Бурвод" и другими организациями.

Территория листа занимает площадь 4431 км². Она ограничена координатами 57°20' - 58°00' с.ш. и 34°00' - 35°00' в.д. и по административному делению охватывает Вышневолоцкий, Бологовский, Спировский и Удомельский районы Калининской области.

Описываемый район расположен в области главного водораздела Русской равнины, формирование современного рельефа которого в значительной степени обусловлено ледниковой аккумуляцией. На северной половине территории поверхность мелкохолмистая, с массой озер и абсолютными высотами 180-200 м, редко (город Бологое, пос. Удомля) превышающими 220 м. Центральную и западную части территории занимает Шлино-Цнинская низина с абсолютными высотами 165-180 м, южнее которой с запада на восток протягивается Цнинская возвышенная равнина с абсолютными отметками поверхности 240-280 м и Вышневолоцко-Новоторжская гряда (до 260 м абсолютной высоты). Максимальная высота отмечена у д.Власовка (286 м абсолютной высоты), минимальная 148 м абсолютной высоты - урез р.Тверцы у с.Выдропущк.

В пределах территории развита относительно густая речная сеть ($0,2-0,3 \text{ км/км}^2$). Наиболее крупные реки - Цна, Мста, Тверца, Волчина. Первые две относятся к бассейну р.Волхов, две последние к бассейну р. Волги.

Река Цна (ее нижнее течение) имеет протяженность 29 км, впадает в Вышневолоцкое водохранилище. Ширина реки колеблется от 20 до 50 м, глубина ее 1,0-2,5 м, скорость течения 0,3-0,4 м/сек. Средний уклон русла реки 0,37 м/км. Из крупных притоков в Цну впадает справа р.Белая, слева - р.Шлина.

Река Мста вытекает из оз.Мстино и течет в северном направлении. Ширина русла изменяется от 10 до 50 м, глубина до 2,5 м, скорость течения 0,5-0,8 м/сек. Крупные притоки - реки Съеза, Пуйга и Радунка.

Река Тверца является левым притоком р.Волги, начало берет в болотах Шлино-Цнинской низменности, у г.Вышний Волочек. В настоящее время за исток реки условно принято начало Тверецкого канала, соединяющего реку с Вышневолоцким водохранилищем. От истоков р.Тверца течет на восток (до пос.Осеченка), а затем поворачивает на юг и у с.Выдропужск выходит за пределы территории. Протяженность реки 58 км, ширина русла достигает 40 м, глубина 2,0 м, скорость течения 0,3-0,4 м/сек. Наиболее значительные ее притоки - реки Щегра и Бол.Тигма.

Река Волчина, на протяжении всего течения в 42 км, соединяет между собой многочисленные озера (Маги, Пальцево, Волчино, Рагозно). Ширина реки до 24-30 м, глубина около 2 м, скорость течения 0,2 м/сек.

По условиям питания и режиму все реки района равнинного типа, с характерным высоким весенним половодьем, низкой летней и зимней меженью (в период грунтового питания) и дождевыми паводками летом и осенью. Питание рек на 50% снеговое, 25-35% - грунтовое и на 15-25% - дождевое. Весеннее половодье приходится на первую половину апреля. Подъем воды резкий и интенсивный, спад - медленный, с повторными подъемами. Высота подъема уровня составляет от 0,5 до 2-3 м. Продолжительность затопления поймы 7-8 дней. Ширина разливов до 50-300 м. Пик половодья наступает 10-18 апреля. На весенний период приходится 40-50% всего годового стока. Средний многолетний модуль стока больших рек составляет 6-9 л/сек·км² (р.Шлина 7-9, р.Тверца 7-8 л/сек·км²). Летняя межень охватывает июль-сентябрь. Расходы рек в летний период составляют от 2 до 4 м³/сек, а в весенний период достигают максимума 50-300 м³/сек (реки Шлина и Цна - 100-300, реки Белая и Шлинка - 50-100 м³/сек). Ледостав на реках начинается в конце

ноября и продолжается 4-5 месяцев, толщина льда достигает 0,4-0,6 м. Модуль зимнего стока рек составляет около 0,5-2,0 л/сек·км². Реки вскрываются в конце марта начале апреля. Ледоход продолжается 4-6 дней.

В северной части территории сосредоточены многочисленные мелкие и крупные озера площадью от 5 до 30 км² (озера Кафтино, Мстинь, Бологое, Имоложье, Коломно, Бельское, Яшино, Песью, Шитово, Пудора). Они имеют форму узких ложбин, вытянутых в северо-западном и меридиональном направлениях. Глубина озер 5-15 м. Берега их извилисты и часто заболочены. Питание озер происходит за счет весеннего таяния снега, летних дождей и грунтовых вод. В течение лета происходит спад уровня за счет испарения и стока, так как все озера соединены с реками. Замерзание озер наблюдается в конце ноября, вскрытие 20-25 апреля.

Климат района умеренно континентальный, с умеренно холодной зимой и прохладным избыточно увлажненным летом. Среднегодовая многолетняя температура воздуха 3,4-3,8°C; средняя температура января минус 9,6 - минус 11,0°, июля - 17,7°C. Наиболее низкие температуры в январе-феврале (до минус 46°C), максимальная (до 30°C) - наблюдается в июле-августе. Снеговой покров (50-55 см) устанавливается в конце ноября и продолжается 155 дней. Максимальная высота снегового покрова (около 108 см) приходится на февраль. Почва промерзает до 0,5-2,0 м. Среднегодовое количество осадков по многолетним наблюдениям составляет 550-650 мм, около 70% осадков выпадает с апреля по октябрь. Величина испарения составляет около 70% годового количества осадков. Относительная влажность воздуха в среднем составляет 72%, максимальная в осенне-зимний период достигает 90%, минимальная - в июле снижается до 55%.

Почвенный покров связан с подстилающими породами. На моренных суглинках развиты подзолисто-глинистые почвы, на песчаных отложениях - слабоподзолистые и дерновые, на заболоченных пространствах - торфяно-подзолистые и торфяно-болотные.

Район расположен в зоне смешанных лесов, занимающих до 40% территории. В Шлино-Цнинской низине и на участках с песчаными грунтами располагаются крупные массивы сосновых лесов. В области распространения суглинистых грунтов развиты еловые леса с примесью березы и ольхи. По берегам рек произрастают боры-белошники. Луга - разнотравно-злаковые, занимают 15-20% территории, а болота - около 10% территории. Представлены болота тремя типами: верховые, низинные и смешанные, по составу растительности - моховые и травянисто-моховые с примесью кустарниковой раститель-

Геологическая и гидрогеологическая изученность

Геологическое изучение территории началось с середины прошлого века. В 1868–1869 гг. Русским географическим обществом проведено геологическое обследование Тверской губернии. Был описан ряд обнажений по рекам Цне, Тверце, Белой. В 1928–1930 гг. проводилась геологическая съемка для составления десятиверстной карты Европейской России. Был составлен краткий предварительный отчет по южной половине 42 листа. Окончательная обработка результатов работ произведена А.И. Москвитиним в 1939 г. В 1930–1931 гг. Н.Н. Соколов производил геологическую съемку северной части 42 листа десятиверстной карты, в результате которой в 1940 г. составлены схематические геологические карты коренных и четвертичных отложений. В предвоенные годы на территории листа продолжались различные геологоразведочные работы, главным образом разведки на стройматериалы. В 1941 г. Б.П. Асаткин и В.А. Котлуков составили геологическую карту масштаба 1:1 000 000 листа 0-36, которая затем была переиздана в 1957 г. (Александрова, Петрова, 1957). В 1946 г. Н.Г. Комиссаров и др. составили комплекс карт листа 0-36-Г в масштабе 1:500 000, включающий геологические карты четвертичных и дочетвертичных отложений, карты водоносности, полезных ископаемых и фактического материала. В 1948 г. В.А. Котлуков и Ф.А. Алексеев составили "Атлас северо-западной части Русской платформы в масштабе 1:500 000" с объяснительной запиской. В атлас вошли и карты мощностей четвертичных отложений, рельефа дочетвертичных пород, гидрогеологического районирования.

Структурную карту северо-западной и западной окраин Подмосковной котловины в масштабе 1:500 000 составила в 1949 г. Р.ф. Безукладнова. В этом же году В.А. Котлуков и А.П. Саломон составили обзорную геологическую карту западного крыла Подмосковского бассейна масштаба 1:500 000.

В 1959 г. площадь листа была покрыта аэромагнитной съемкой. Результатом ее явился комплекс карт (Зандер и др., 1960ф; Л.А. Варданиц, 1960г.), которые уточнили представление о строении и составе кристаллического фундамента. В 1963–1964 гг. В.В. Камянский провел двухмиллигальную гравиметрическую съемку, охватившую восточную половину листа 0-36-XXШ. В 1966 г. А.С. Самбуров осуществил сейсморазведочные работы и составил схематическую карту рельефа поверхности фундамента в масштабе 1:500 000. В этом же году на территории листа проведены электроразведочные

работы методом ВЭЗ, позволившие составить карту дочетвертичного рельефа в масштабе 1:200 000.

В 1965-1966 гг. территория листа покрыта комплексной геолого-гидрогеологической съемкой масштаба 1:200 000 (Семененко, Строчкина и др., 1967ф). При составлении отчета использованы материалы всех предыдущих геологических, гидрогеологических, геофизических и геологоразведочных работ. Составлен комплекс карт, включающий геологическую (четвертичных и дочетвертичных отложений с полезными ископаемыми), гидрогеологическую и инженерно-геологическую карты.

Гидрогеологическое изучение территории листа началось в начале XX века. В 1902-1906 гг. под руководством Д.В.Соколова проводились исследования для целей водоснабжения имений Тверской губернии. В 1929 г. Г.В.Лебединский обследовал р.Мсту от верховья до 127 версты для выяснения условий проектирования гидротехнических сооружений. В долине р.Мсты была выделена надпойменная терраса высотой от 8 до 40 м и пойма высотой 2-4 м. В этом же году О.К.Пузиновский проводил разведочные работы с целью выяснения гидрогеологических условий в г.Бологое. Он выявил три водоносных толщи, наиболее водообильной из которых оказалась нижняя, залегающая на глубине 46-52 м. В 1930 г. В.Г.Хименков изучал подземные воды в районе г.Вышний Волочек. Он выделил два водоносных горизонта, пригодных для городского водоснабжения - верхний, относящийся к московскому ярусу, и нижний, более водообильный - к серпуховскому.

В 1932 г. исследованием бассейна р.Тверцы занималась М.А.Леонтьева с целью сбора материала для кадастра подземных вод. Она составила комплекс карт и каталоги скважин и колодцев. Однако качество работы было признано невысоким, а карты некондиционными для отчетного десятиверстного масштаба.

В 1933 г. В.Ф.Дерпгольц проводил гидрогеологическое обследование в районе г.Бологое, оз.Каптино, с/х Тимково, д.Селилово, водоснабжение которых базировалось на использовании поверхностных вод. Проведенные исследования показали непригодность этих вод в санитарном отношении. Рекомендовано ориентировать водоснабжение на использование грунтовых вод, залегающих под московской мореной. В это же время М.А.Попялковский обследовал район оз.Тубосс в связи с проектированием гидротехнических сооружений в Вышневолоцком районе. Автор отметил, что места, намеченные под перегораживающие сооружения на р.Боровно и безнапорные плотины на оз.Тубосс и на р.Радунке, вполне надежны. Исключением является место под проектируемое сооружение на р.Тубоске: встреченные

здесь пливуны требуют особой осторожности при выборе типа сооружения.

К предвоенному периоду относятся первые крупные обобщающие работы по водоносным горизонтам Московского артезианского бассейна, заложившие основы современных представлений о водоносности каменноугольных отложений. В 1939 г. была опубликована монография В.А.Жукова, М.П.Толстого и С.В.Троянского об артезианских водах карбона Подмосковной котловины, где была дана качественная и количественная региональная оценка подземных вод каменноугольных отложений. В этом же году А.Р.Гаганидзе, Ф.А.Воробьев и В.Н.Уалиновская закончили обобщение гидрогеологических материалов по Калининской области в масштабе 1:500 000. В сводке дано описание отдельных водоносных горизонтов, оценены их ресурсы, приведены данные о химическом составе вод карбона, охарактеризованы орографические и климатические условия территории как факторы, определяющие питание водоносных горизонтов. В 1941 г. Д.Д.Беляев и М.И.Коф выполнили работы по изучению режима артезианских вод Подмосковского бассейна, обобщили сведения о питании, дренировании и водообильности каменноугольных горизонтов. В 1942 г. А.В.Храмушев составил схематическую карту гидроизопьез среднекаменноугольных водоносных горизонтов Подмосковной котловины в масштабе 1:1 000 000. Некоторые общие сведения о гидрогеологических условиях района, о химическом составе палеозойских вод, направлении подземного стока приведены в сводных работах по Московскому артезианскому бассейну (Гатальский, 1949ф; Бочеввер, Ковалева и др., 1963ф; Говоров, Иванова, 1963ф; Куделин, Попов и др., 1964ф).

Основным фактическим материалом при составлении гидрогеологических карт различного масштаба послужили многочисленные буровые на воду скважины, пробуренные в разное время различными организациями для целей водоснабжения. Однако качество этих материалов неравноценно: неполнотой страдает описание геологического разреза скважин; скважины по площади листа распределены неравномерно и с различной степенью детальности характеризуют водоносные горизонты. Лучше других охарактеризованы воды протвинского и каширского водоносных горизонтов. Материалы по буровым на воду скважинам были использованы еще и при составлении кадастра. В 1965 г. был опубликован кадастр подземных вод Калининской области по состоянию на 1963 г., составленный З.М.Пантелеевой и др. В нем учтены все буровые на воду скважины, приведены данные химических анализов воды и дан гидрогеологический очерк области.

Большое значение для изучения глубоких горизонтов имели опорные скважины, пробуренные в близлежащих районах и вскрывшие кристаллический фундамент: Пестовская (И.Н.Станкевич, 1961ф) и Максатихинская (Ю.Т.Кузьменко и др., 1964ф), а также скважины, вскрывшие большую часть палеозоя: в г.Валдай (Г.В.Моисеенко, 1963ф), в г.Кувшиново (Б.Н.Розов и др., 1964ф) и в пос.Удомля (М.Ф.Арькова и др., 1949ф).

В 1965 г. на территории листа были пробурены три структурно-картировочных скважины: у д.Поддубье глубиной 355,8 м (скв.11), в пос.Красномайский глубиной 360 м (скв.22) и в д.Песово глубиной 314 м (скв.41), что дало возможность изучить глубокие водоносные горизонты, включая верхи девона.

Как уже отмечалось выше, в период 1965-1966 гг. на описываемой территории проводилась комплексная геолого-гидрогеологическая съемка (Семененко, Строчкина и др., 1967ф). Проведенные работы позволили составить кондиционные гидрогеологические карты четвертичных и дочетвертичных отложений. Охарактеризованы 16 водоносных горизонтов и комплексов и 5 водоупоров, составлена карта инженерно-геологических условий, даны рекомендации по организации водоснабжения населенных пунктов, промышленных и сельскохозяйственных предприятий.

В период 1960-1970 гг. на территориях смежных листов проводились комплексные геолого-гидрогеологические съемки масштаба 1:200 000, а в период 1969-1971 гг. материалы этих съемок подготовлены к изданию: Шостак, Вербова (в печати); Бородин, Никифорова (1970ф); Семененко, Ишунина (1969ф); Зельдина (в печати). В 1973 г. работы по составлению кадастра подземных вод были продолжены. В кадастр вошли скважины, пробуренные в период 1966-1973 гг. Эти материалы также были использованы при подготовке листа к изданию.

Подготовленная к изданию гидрогеологическая карта в основном увязана со смежными листами. Невязки имеются по северной границе территории: в районе с.Старый Ряд откартированы современный аллювиально-озерный и мячковско-подольский водоносные горизонты, к северу отсутствующие. Выделение этих горизонтов здесь обосновано скважиной, расположенной вблизи северной рамки у д.Стенецкое, а также данными съемок на смежных территориях, восточнее и северо-восточнее. Кроме того, протвинский водоносный горизонт по северной рамке листа откартирован повсеместно, что подтверждается и подготовленными к изданию картами более точных листов, в то время как на листе 0-36-ХУП распространение

протвинского водоносного горизонта показано только в западной его части.

В северо-западной части района имеются расхождения с картами листа 0-36-XXII в отношении вод спорадического распространения в валдайской и московской моренах. На территории листа 0-36-XXII нижняя часть моренного горизонта индексируется ранне-валдайской, а на площади листа 0-36-XXIII - московским оледенением. Определяя московский возраст горизонта, авторы исходили из того, что у с.Нов.Заречье (близ ст.Академическая) стратиграфически выше морены залегают микулинские отложения.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

СТРАТИГРАФИЯ

На территории листа наиболее глубокими скважинами вскрыты отложения франского и фаменского ярусов девонской системы. Выше залегают породы нижнего и среднего отделов каменноугольной системы, представленные турнейским, визейским, намюрским и московским ярусами. С поверхности каменноугольные породы несогласно перекрыты чехлом четвертичных отложений.

ДЕВОНСКАЯ СИСТЕМА

Верхний отдел

Франский и фаменский ярусы ($D_3fr_2-fm_2$)

Франский и фаменский ярусы представлены мощной толщей переслаивающихся пестроцветных глин, мергелей, пористых доломитов, известняков, рыхлых песчаников, песков и алевролитов. Вскрытая мощность этих отложений 163 м. На них согласно залегают породы каменноугольной системы.

КАМЕННОУГОЛЬНАЯ СИСТЕМА

Нижний отдел

Представлен турнейским, визейским и намюрским ярусами.

Турнейский ярус сложен нижнетурнейским подъярусом в составе заволжского и малевского ? горизонтов. З а в о л ж с к и й г о р и з о н т (C_1zv) в основании сложен маломощным (I–8 м) пластом доломитовых глин, сменяющихся вверх по разрезу доломитами и гипсами. Особенно сильная загипсованность наблюдается на юго-востоке территории. Мощность горизонта 32–35 м. М а л е в с к и й ? г о р и з о н т ($C_1ml?$) залегает на заволжском со стратиграфическим несогласием и представлен голубовато-серыми и пестроцветными тонкодисперсными размокающими глинами мощностью 5–7 м.

Визейский ярус состоит из средне- и верхневизейского подъярусов. Отложения средневизейского подъяруса несогласно ложатся на породы турнейского яруса и представлены яснополянским надгоризонтом (бобриковский? и тульский горизонты). Б о б р и к о в с к и й ? г о р и з о н т ($C_1bb?$) сложен песками и распространен, по-видимому, на локальных участках в древних эрозионных врезках, он вскрыт одной скважиной, где мощность его составляет 14 м. Т у л ь с к и й г о р и з о н т (C_1tl) распространен повсеместно. В нижней своей части он также сложен рыхлыми разнозернистыми, преимущественно мелкозернистыми песками мощностью от 10 на юго-востоке и до 37 м на западе. В верхах горизонта залегают глины и глинистые алевроиты мощностью от 2 на западе до 18 м на юго-востоке. Мощность тульского горизонта до 52 м. Верхневизейский подъярус представлен окским и серпуховским надгоризонтами. Окский надгоризонт – а л е к с и н с к и й (C_1al), м и х а и л о в с к и й (C_1mh) и в е н е в с к и й (C_1vn) г о р и з о н т ы – сложен карбонатными породами, преимущественно пористыми известняками. В основании алексинского и михайловского горизонтов наблюдаются прослои песков и глин. Мощность окского надгоризонта 43–49 м. Серпуховской надгоризонт состоит из тарусского и стешевского горизонтов. Т а р у с с к и й г о р и з о н т (C_1tr) представлен пористыми и кавернозными известняками мощностью 7–11 м. С т е ш е в с к и й г о р и з о н т (C_1st) сложен известняками и доломитами, мало отличающимися от никележащих; в основании горизонта залегают глины и мергели мощностью до 3 м. Мощность горизонта 17–23 м.

Намюрский ярус представлен протвинским горизонтом нижненамюрского подъяруса; залегает согласно на стешевских отложениях. П р о т в и н с к и й г о р и з о н т (C_1pr) сложен доломитами и известняками. Известняки трещиноватые, кавернозные, в верхней части закарстованные (особенно в области относительно высокого залегания их на междуречье Цны и Белой). Карст погребенный, развивался, по-видимому, в предверейское время и в ме-

зозое - кайнозойе. Мощность горизонта вследствие размыва изменяется от 26 до 44 м.

С р е д н и й о т д е л

Представлен только московским ярусом, подразделяемым на два подъяруса: нижнемосковский и верхнемосковский. Нижнемосковский подъярус объединяет верейский и каширский горизонты. Верхнемосковский подъярус включает подольский и мячковский горизонты. В е р е й с к и й г о р и з о н т (C_2vr) несогласно залегает на протвинском и представлен пестроцветными алевро-тистыми, размокающими (пучащимися) глинами, содержащими мало-мощные прослои тонкозернистых песков и доломитов. В верхах горизонта прослеживается пласт тонкозернистых кавернозных доломитов мощностью до 2 м. Мощность горизонта 13-22 м. К а ш и р с к и й г о р и з о н т (C_2ks) в нижней части представлен глинами, подобными верейским, мощностью 6-14 м. Выше залегают кавернозные доломиты и известняки, местами содержащие тонкие прослои мергелей и глин. На междуречье Цны и Белой известняки закарстованы в предчетвертичное время. Мощность горизонта 36-46 м. П о д о л ь с к и й г о р и з о н т (C_2pd) сложен в нижней части пачкой мергелисто-карбонатных пород мощностью 3-6 м и в верхней - известняками и доломитами, мало отличающимися от каширских. Мергелисто-карбонатная пачка этого горизонта состоит из переслаивающихся между собой мергелей, глинистых известняков и известняков. Мергели малопроницаемые и в какой-то мере могут служить водоупором. Мощность горизонта 26 м. М я ч к о в с к и й г о р и з о н т (C_2mc) представлен пористыми и кавернозными мелкодетритовыми известняками и доломитами. Вскрытая мощность горизонта 15 м.

ЧЕТВЕРТИЧНАЯ СИСТЕМА

На каменноугольных несогласно залегают четвертичные отложения, перекрывая всю территорию сплошным чехлом, средней мощностью 30-50 м (максимальная 120 м). На западе территории четвертичные отложения залегают на протвинских известняках, в центре - на верейских глинах и породах каширского горизонта, на востоке - на породах подольского и мячковского горизонтов. Представлены четвертичные отложения в основном комплексом ледниковых образований и подразделяются на 20 горизонтов, относящихся к нижне-, средне-, верхнечетвертичному и современному времени.

Н и ж н е ч е т в е р т и ч н ы е о т л о ж е н и я . О к с к и й ? г о р и з о н т . Л е д н и к о в ы е о т л о ж е н и я - м о р е н а (*gl ok?*) з а л е г а е т н а к а м е н н о у г о л ь н ы х п о р о д а х в г л у б о к и х д о ч е т в е р т и ч н ы х д о л и н а х . С л о ж е н а о к с к а я м о р е н а у п л о т н е н н ы м и в а л у н н ы м и к а р б о н а т н ы м и с у г л и н к а м и м о щ н о с т ь ю д о 2 I м .

Н и ж н е - с р е д н е ч е т в е р т и ч н ы е о т л о ж е н и я . О к с к и й - д н е п р о в с к и й г о р и з о н т ы . В о д н о - л е д н и к о в ы е , а л л ю в и а л ь н ы е , о з е р н ы е и б о л о т н ы е о т л о ж е н и я (*f,lglok-II dn*) з а л е г а ю т н а с у г л и н к а х , а м е с т а м и н е п о с р е д с т в е н н о н а к а м е н н о у г о л ь н ы х п о р о д а х , в т е х ж е д р е в н и х д о л и н а х . С л о ж е н ы о н и р а з н о з е р н и с т ы м и п е с к а м и м о щ н о с т ь ю д о I 8 м .

С р е д н е ч е т в е р т и ч н ы е о т л о ж е н и я (с р е д н е р у с с к и й н а д г о р и з о н т) р а с п р о с т р а н е н ы б о л е е ш и р о к о и в с т р е ч а ю т с я н е т о л ь к о в д р е в н и х д о л и н а х , н о и н а в о д о р а з д е л а х п о ч т и н а в с е й т е р р и т о р и и л и с т а . В и х с о с т а в е в ы д е л е н ы д н е п р о в с к и й , д н е п р о в с к и й - м о с к о в с к и й и м о с к о в с к и й г о р и з о н т ы . Д н е п р о в с к и й г о р и з о н т . Л е д н и к о в ы е о т л о ж е н и я - м о р е н а (*gl dn*) п р е д с т а в л е н а с у г л и н к а м и с г р а в и е м и г а л ь к о й ; с у г л и н к и д о с т а т о ч н о п л о т н ы е , ч т о б ы с л у ж и т ь в о д о у п о р о м . М о щ н о с т ь и х д о I 5 - 2 0 м . Р а с п р о с т р а н е н ы н а з н а ч и т е л ь н о б о л ь ш е й ч а с т и т е р р и т о р и и , ч е м о к с к о - д н е п р о в с к и е о т л о ж е н и я , о т с у т с т в у я , в с л е д с т в и е р а з м ы в а , л и ш ь н а o т д е л ь н ы х у ч а с т к а х . Д н е п р о в с к и й - м о с к о в с к и й г о р и з о н т ы . В о д н о - л е д н и к о в ы е , а л л ю в и а л ь н ы е , о з е р н ы е и б о л о т н ы е o т л o ж e н и я (*f,lgll dn-ms*) п р е д с т а в л е н ы п р е и м у щ е с т в е н н о р а з н о з e р н и с т ы м и п e с к а м и , с р е д и к o т o р ы х н а б л ю д а ю т с я м а л о м o щ н ы е л и н з ы а л е в р и т о в , с у г л и н к о в , г и т т и й . Р а с п р o c т p a н e н ы o н и д o c т a t o ч н o ш и p o k o , л o k a л и з у я с ь п р e и м у щ e c t в e n н o в d p e v n i x д o м o c k o в c k и х д o л и н a x и д o c т и г a ю т м o щ н o c t и 2 2 м . М o c k o в c k и й г o р и з o н т . Л e д н и к o в ы е o т л o ж e н и я - м o р e н a (*gl ms*) c л o ж e n a в a л y н н ы м и c y г л и н k a м и м o щ н o c т ь ю д o 5 0 - 8 0 м (c p e д н я я м o щ н o c т ь I 0 - I 5 м) . В ю ж н o й ч a c т и t e r p и t o p и и л и c t a м o c k o в c k a я м o р e n a в ы х o д и т н a д н e в н y ю п o в e p x н o c т ь и я в л я e т c я p e л ь e ф o o б p a з y ю щ и м ф a к т o p o м . С р e д и в a л y н н ы х c y г л и н k o в м o c k o в c k o й м o р e н ы c o д e p ж a т c я o т т o p ж e n ц ы и з д o ч e т в e p т и ч н ы х п o p o d (и н o г д a з н a ч и т e л ь н ы х p a з м e p o в) , л и н з ы p ы x л ы x c y п e c eй и п e c ч a н o - г p a в и й н o - г a л e ч н ы x o т л o ж e н и й в o д н o - л e д н и k o в o г o п p o и c x o ж д e н и я . O c o б e н н o м н o г o т a k и x л и н з в o б л a c т и p a з в и т и я к o н e ч н o - м o р e н н ы x o т л o ж e н и й н a м e ж д y p e ч ь e C a д в ы и П л o т и ч e н k и . К p o м e т o г o , в p a й o н e c . В ы д p o п у ж c k и н a д p y г и x y ч a c т k a x в м o c k o в c k y ю м o р e н y в p e з a н ы в o д н o - л e д н и k o в ы e o т л o ж e -

ния оз и камов (os, kamll ms), представленные песчано-гравийными отложениями мощностью до 15 м, слагающими озные гряды и камовые холмы московского ледника. На московской морене на локальных участках (по окраине Цнинской возвышенности и в районе Вышневолоцко-Новоторжского вала) залегают водно-ледниковые отложения времени отступления ледника (f, lgll ms^s), сложенные разнотернистыми песками московского возраста мощностью до 28 м.

На севере территории между московской и верхневалдайской моренами местами залегают пачка песчаных пород мощностью до 20 м. Она картируется как нерасчлененные средне-верхнечетвертичные отложения московского горизонта - валдайского надгоризонта - водно-ледниковые, аллювиальные и озерно-болотные отложения (a, fill ms-III v), залегающие преимущественно в понижениях послемосковского рельефа, иногда на значительной площади.

Верхнечетвертичные отложения представлены микулинским горизонтом и валдайским надгоризонтом. Микулинский - нижневалдайский горизонты. Озерные и болотные отложения (l, hill mk-v₁) вскрыты под верхневалдайской мореной в 0,5-1,0 км южнее д.Нов.Заречье, близ ст.Академическая, где они выделяются из комплекса межморенных московско-валдайских отложений и состоят из пластичных глин, гиттии и торфа суммарной мощностью 2,8 м.

В южной части территории листа, по рекам Садве, Щегре и Тверце присутствуют средневалдайский - верхневалдайский горизонты; аллювиальные отложения (aIII v₂₋₃). Они слагают вторые надпойменные террасы этих рек и представлены разнотернистыми песками с гравием и галькой. Мощность их 5-9 м. В северной части территории листа, севернее р.Цны и верхнего течения р.Тверцы распространены отложения верхневалдайского горизонта, представленные мореной и конечно-моренными образованиями, озами, камнями и водно-ледниковыми отложениями времени отступления ледника. Ледниковые отложения - морена (gIII v₃) распространена наиболее широко, почти сплошь на всей территории. Сложена она валунами суглинками, имеющими среднюю мощность 8-15 м, а в области краевых образований до 45 м. залегают на московской морене или московско-валдайских межморенных песках и выходят на дневную поверх-

ность, образуя различные типы рельефа северной части территории. Среди валунных суглинков наблюдаются линзы супесчаных и песчаных водно-ледниковых пород, особенно многочисленные в области развития краевых ледниковых отложений в полосе между станциями Академическая - Мста и у деревень Хотилово, Савино, с.Терелесово и др. Кроме того, среди моренных суглинков на всей площади их распространения встречаются водно-ледниковые отложения озов и камов ($os, kam III v_3$), сложенные песками с прослоями гравия и гальки. Мощность озово-камовых отложений до 25 м. Водно-ледниковые отложения времени отступления ледника ($f, lg III v_3^s$) образуют обширные равнины в Шлино-Цнинской низине и севернее г.Бологое - оз.Кафтино, спорадически встречаясь и на других участках, где залегают поверх валдайской морены. Эти равнины сложены рыхлыми разнозернистыми песками мощностью до 27 м. Аллювиальные отложения ($all III v_3$) распространены по всем основным рекам района (Цна, Тверца, Шегра, Мста) и слагают первую надпойменную террасу. Представлены они в основном рыхлыми разнозернистыми песками с прослоями галечников и суглинков. Ширина террасы составляет несколько десятков метров, лишь на Тверце и Цне достигает местами 200-400 м. Мощность аллювия 5-12 м. Озерные отложения ($l III v_3$) наблюдаются по берегам оз.Кафтино, Мстино и ряда других, где слагают первую надпойменную песчаную террасу. Среди песков содержатся прослой и линзы суглинков, алевритов, супесей и реже - глин. Мощность отложений 5-8 м. За пределами валдайского оледенения на крайнем юге на междуречьях и их склонах, а также на склонах древних балок, лежат тонкие слабоглинистые, неслоистые алевриты. Это нерасчлененный комплекс отложений перигляциальных зон валдайского оледенения ($pr, d III v$). Мощность их 0,3-0,8 м.

Верхнечетвертичные - современные отложения; эоловые отложения ($vIII-IV$) залегают на поверхности водно-ледниковых песчаных равнин, где местами распространены дюны, образовавшиеся за счет перевывания песков.

Современные (голоцен) отложения представлены озерными, аллювиальными и болотными образованиями. Озерные отложения ($l IV hl$) наиболее широко распространены на севере территории. Они представлены разнозернистыми рыхлыми песками, местами замещающимися глинистыми алев-

ритами, супесями, суглинками и сапропелями; последние залегают на дне современных озер или под торфами уже заросших озер. А л ю в и а л ь н ы е о т л о ж е н и я (а l V h l) слагают поймы всех рек и ручьев. Они представлены разнородными песками с прослоями и линзами гравия, гальки, супесей, алевритов, суглинков, изредка галечников, иногда гиттий. Мощность аллювия до 12 м, ширина пойм до десятков и сотен метров. Б о л о т н ы е о б р а з о в а н и я (h l V h l) занимают около 10% всей площади листа. Представлены они торфом осоко-пушицевым и мховым, иногда с гнездами и прослоями глины и алевритов. Размеры торфяных залежей достигают десятков км² при мощности до 9 м.

ТЕКТНИКА И ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ РАЙОНА

Рассматриваемый район, как и в целом Русская платформа, характеризуется сложно дислоцированным, разбитым на блоки дизъюнктивными нарушениями, фундаментом и относительно мало дислоцированным осадочным чехлом. Геофизические материалы показывают, что поверхность кристаллического фундамента залегает на абсолютных отметках минус 1200—минус 1600 м, а в северной части, в области Валдайского прогиба, на высотах минус 3000 — минус 3300 м. Строение верхних горизонтов осадочного чехла, сложенных девонскими и каменноугольными породами, определяется положением района на западном крыле Московской синеклизы, вследствие чего эти породы имеют моноклинальное падение к востоку (2,5 м на 1 км). Моноклинальное залегание каменноугольных пород местами нарушено структурами более высокого порядка, из которых, в первую очередь, следует отметить Истинскую флексуру, имеющую меридиональное направление, совпадающую приблизительно с долинами рек Мсты и Шегры. Эта флексура заложена над зоной дизъюнктивных нарушений фундамента. На крыльях флексуры восточнее и севернее г.Вышний Волочек и у с.Красный Слон наблюдаются локальные поднятия типа "структурных носов" очень небольшой амплитуды (до 10 м) с размерами 5 x 10 км. Более крупные по площади (сотни кв.км) структуры типа "структурных носов" и "структурных террас" наблюдаются у г.Бологое, а также у деревень Грибно, Тараки (за восточной границей района) и у с.Старое. Амплитуда их весьма незначительна (до 10-15 м).

Четвертичные отложения почти не затронуты тектоническими движениями. На их строении сказываются в основном новейшие подвижки отдельных блоков фундамента, периодически возобновляющиеся древние разломы. К таким ослабленным зонам приурочена большая

часть долин современных и древних рек.

ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ФИЗИКО-ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

Рельеф рассматриваемого района в целом равнинный, обусловленный своим происхождением в основном ледниковой аккумуляции. Относительно повышенными участками на его территории являются Цнинская возвышенность с абсолютными отметками поверхности 240–280 м, Кувшиновская и Вышневолоцко-Новоторжская гряды, а на севере – Бологовская гряда, протягивающаяся от ст. Академическая на север вдоль долины р. Мсты. Абсолютные отметки поверхности их достигают 200–280 м. Центральная и западная части территории заняты Шлино-Цнинской низменной равниной с абсолютными отметками поверхности 165–180 м. Исходя из генетических, морфологических и возрастных критериев на территории листа можно выделить два комплекса типов рельефа (рис. 1):

1) комплекс аккумулятивных типов рельефа, образовавшихся в среднечетвертичную эпоху и впоследствии частично переработанных процессами эрозии и денудации, развит он в пределах распространения московского оледенения;

2) комплекс аккумулятивных типов рельефа, образовавшихся в верхнечетвертичную эпоху, развит он в пределах распространения валдайского оледенения.

В первом комплексе различаются следующие четыре типа рельефа:

Грядово-холмистый конечно-моренный рельеф московского оледенения развит у южной границы площади, между реками Садва и Плотищенка. Это система параллельных гряд северо-восточного простирания, с длиной до 10 км при ширине 1–2 км. Относительное превышение их над прилегающими ложбинами 50–60 м, абсолютные высоты 180–280 м.

Крупнохолмистый и грядовый рельеф московского оледенения прослеживается широкой полосой (3–8 км) от г. Вышний Волочек на юг, образуя Вышневолоцко-Новоторжскую гряду. Характерны изометрические и узкие, вытянутые в одном направлении холмы, размерами от 2,0 x 1,5 до 5 x 2 км и высотой от 30 до 60 м, с абсолютными высотами 180–240 м. В ядрах холмов иногда залегают отторженцы дочетвертичных пород.

Слаборасчлененная пологоволнистая моренная равнина московского

о л е д е н е н и я развита в южной части территории и имеет абсолютные отметки от 190 до 280 м. Поверхность ее неровная, холмы высотой до 3-4 м окружены слабовыраженными понижениями. Волнистость моренной равнины придают также многочисленные долины рек и ручьев, балки и ложбины стока вод. Резкое расчленение поверхности наблюдается на переходе от Цнинской возвышенности к Шилю-Цнинской низине.

С л а б о р а с ч л е н е н н а я п о л о г о в о л н и с т а я ф л ю в и о г л я ц и а л ь н а я р а в н и н а м о с к о в с к о г о о л е д е н е н и я развита на юго-западе территории; она прослеживается в виде полосы широтного простираия (шириной до 5-6 км), окаймляющей с севера Цнинскую возвышенность. Равнина слабо наклонена к северу. Абсолютные отметки ее поверхности изменяются от 210 до 180 м. Флювиогляциальная равнина, как и моренная, расчленена долинами рек и ручьев, глубина вреза которых до 20-30 м.

Во втором комплексе выделяются следующие четыре типа рельефа:

С р е д н е - м е л к о х о л м и с т ы й и г р я д о - в ы й р е л ь е ф к р а е в ы х з о н в а л д а й с к о г о о л е д е н е н и я распространен на незначительных участках в пределах северной половины территории. Этот тип рельефа представляет собой систему мелких гряд и холмов, возвышающихся над окружающей местностью на 10-20 м. К этому же типу отнесены площади мелкохолмистого рельефа озово-камовых отложений валдайского оледенения, распространенные на северной половине территории, где они образуют крупные зоны. Озы вытянуты на сотни метров, а иногда на 10-15 км, составляя асимметричные гряды шириной 20-200 м; вершины гряд гребневидные, высота озов 10-15 м. Камы имеют вид холмов с плоской вершиной и террасовидными склонами, иногда осложнены мелкими холмами.

С р е д н е - и м е л к о х о л м и с т ы й р е л ь е ф в а л д а й с к о г о о л е д е н е н и я широко развит в северной части района. Он характеризуется беспорядочно расположенными мелкими холмами, сложенными моренными суглинками. Высота холмов 2-7 м, часто встречаются бессточные западины (непривязанные к речной сети) и многочисленные озера. Озера образовались на месте западин после ухода ледника. Часть озер занимает котловины подледного стока или термокарстовые воронки. Многие озера имеют вытянутую форму, ориентированы в северо-западном направлении, параллельно предполагаемому движению ледника. Наблюдаются также отдельные озовые гряды и камовые холмы.

Водно-ледниковая аккумулятивная равнина валдайского оледенения развита в Шлино-Цнинской низине и в верховьях р.Тверцы, образуя обширные поверхности. Поверхность зандров плоская, заболочена и залесена, местами осложнена дюнами. Абсолютные отметки поверхности в центральных частях низменности составляют 160-170, по окраинам до 180-185 м. Равнина слабо расчленена реками, глубина вреза которых не превышает 10 м. Помимо основной зандровой равнины на севере и северо-западе района наблюдаются зандровые протоки среди холмистого моренного рельефа.

Аккумулятивная озерная равнина верхнечетвертичного и современного возраста, связанная с речными и озерными террасами, выделена в отдельный тип рельефа. Озерные террасы наблюдаются на большинстве озер. Первая надпойменная озерная терраса высотой до 5 м распространена менее широко. На крупных озерах ширина ее достигает 200-300 м. Поверхность ровная, слабо наклонена в сторону озера. К озеру терраса обрывается уступом. Низкая озерная терраса соответствует пойменным террасам рек и имеет ширину от нескольких метров до 500 м. Высота ее над урезом воды 0,5-2,0 м. Поверхность слабо наклонена к озеру и часто заболочена, а иногда сложена торфяниками.

На реках насчитывается до двух надпойменных террас и поймы. Вторая надпойменная терраса развита на реках Тверце и Шегре и прослеживается на локальных участках. Ширина ее до 50 м, высота до 10 м над урезом воды. Первая надпойменная терраса отмечена на реках Тверце, Шегре, Цне, Садве, Мсте. Высота ее до 5 м над урезом воды, ширина достигает 200-400 м. Поверхность ровная, слабо наклонена к реке, местами заболочена.

Пойма наблюдается на всех реках, на крупных реках ширина ее от 0,5 до 0,7 км. Пойма имеет три уровня: 0,5; 1,5 и 3,5-4,0 м. Наиболее широко распространена высокая пойма.

В области зандровых равнин центральной части территории густота речной сети около 0,2 км/км², а на севере, в области валдайского оледенения - 0,25 км/км². Наибольшая густота - в области моренного рельефа московского оледенения - 0,3 км/км². Чем древнее рельеф, тем более разветвленная речная сеть. На юге описываемой территории долины основных рек (Тверца, Шегра) глубоко врезаются (50-70 м), ширина по бровке достигает 0,8-1,5 км, по пойме 0,3-0,6 км, склоны пологие (3-5°). В поперечном профиле долин насчитывается до двух надпойменных террас. Продольный профиль хорошо разработан, лишь местами наблюдаются мелкие уступы,

обусловленные новейшими тектоническими движениями.

Речные долины в области валдайского оледенения (реки Мста, Съезжа, Волчина) неглубоко врезаны (7–15 м) и не разработаны. Ширина долин не превышает 0,3–0,9 км. На крупных реках наблюдается первая надпойменная терраса в виде узких площадок по бортам долины. Пойма узкая, не превышает нескольких десятков метров. Склоны долин крутые (до 30°).

Реки, протекающие в области равнинных участков валдайских зандров, неглубоко врезаны (до 10 м). Долины рек широкие, достигают 3 км. Пойма и первая надпойменная терраса шириной до 0,7 км, вторая надпойменная терраса отсутствует. Русла рек сильно меандрируют.

Современные физико-геологические процессы

К современным физико-геологическим процессам относятся: образование оврагов, накопление делювия, аллювия, подмывы склонов рек, оползни, образование дюн, процессы накопления торфа и зарастание озер.

Растущие овраги на территории встречаются редко. Большинство оврагов превратилось в балки с пологими задернованными склонами, лишь местами прорезанными промоинами. Образование современного аллювия в виде кос, отмелей происходит на всех реках. Процесс подмыва склонов часто отмечается на реках Шлино–Цнинской низменности и в южной части территории.

Оползни развиты по склонам речных долин, размеры их невелики (оползневые цирки не превышают нескольких десятков метров по простиранию и 1–3 м по амплитуде). Оползневые явления связаны с моренами: под действием вод в песчаных линзах внутри морены верхние моренные суглинки сползают по подстилающим валунным суглинкам.

Дюны наблюдаются на зандровых равнинах и на речных террасах. Они имеют высоту 2–7, редко 12–14 м и ширину от 15 до нескольких сот метров. Протяженность их от нескольких сот метров до 1 км. Большинство дюн закреплено лесом и кустарником.

Формирование торфа и сапропеля связано главным образом с озерными и аллювиальными отложениями. В переувлажненных западинах происходит рост торфяников. На многих озерах (озера Шитово, Шитовское, Осечно, Пучино, Мец) большая часть поверхности покрыта плавающим торфом.

ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ

Территория листа расположена на западном крыле Московского артезианского бассейна. На площади листа вскрыты и опробованы водоносные горизонты и комплексы, приуроченные к различным по генезису, литологии и условиям залегания породам четвертичного, каменноугольного и девонского возраста.

Верхняя часть гидрогеологического разреза - толща четвертичных отложений, с которой связано 9 водоносных горизонтов и 2 водоупора, содержит в различной степени взаимосвязанные, поровые, грунтовые и слабонапорные воды. Обычно они пресные, гидрокарбонатного типа. Условия их питания, разгрузки, режима и химического состава определяются характером гидрографической сети, степенью расчлененности рельефа, климатическими факторами. Условия залегания вод четвертичной толщи отражены на гидрогеологических разрезах, схеме обводненности четвертичных отложений и соответствующей гидрогеологической колонке.

Нижняя часть гидрогеологического разреза представляет собой серию обычно обособленных артезианских водоносных горизонтов и комплексов, связанных с каменноугольными и девонскими отложениями, содержащими поровые, трещинные и трещинно-карстовые воды. Среди них выделено 7 водоносных горизонтов и комплексов и 4 водоупора. Воды, как правило, напорные, пресные, находящиеся в зоне активного водообмена при условии их неглубокого залегания. На условия их залегания, питания, движения и химический состав большое влияние оказывает тектоническое строение территории. Общее погружение палеозойских пород в восточном направлении способствует возрастанию величин напоров, увеличению минерализации глубокозалегających подземных вод (до 1,4 г/л) и изменению их химического состава с гидрокарбонатного на сульфатно-гидрокарбонатный.

В гидрогеологическом разрезе территории выделены следующие водоносные горизонты, комплексы, воды спорадического распространения и водоупоры:

- 1) воды современных болотных образований (hQ_{IV});
- 2) современный аллювиально-озерный водоносный горизонт ($a.IQ_{IV}$);

3) верхнечетвертичный аллювиально-озерный водоносный горизонт ($a, I Q_{III}$);

4) валдайский надморенный флювиогляциальный водоносный горизонт ($I Q_{III} v^s$);

5) воды спорадического распространения в валдайской морене ($g Q_{III} v$);

6) валдайско-московский аллювиально-флювиогляциальный водоносный горизонт ($I Q_{II-III} ms-v$);

7) воды спорадического распространения в московской морене ($g Q_{II} ms$);

8) московско-днепровский аллювиально-флювиогляциальный водоносный горизонт ($I Q_{II} dn-ms$);

9) днепровский водоупор ($g Q_{II} dn$);

10) днепровско-окский аллювиально-флювиогляциальный водоносный горизонт ($I Q_{I-II} ok-dn$);

11) окский? водоупор ($g Q_{I} ok?$);

12) мячковско-подольский водоносный горизонт ($C_2 pd-mc$);

13) каширский водоносный горизонт ($C_2 ks$);

14) верейский водоупор ($C_2 vr$);

15) протвинский водоносный горизонт ($C_1 pr$);

16) стешевский водоупор ($C_1 st$);

17) тарусско-окский водоносный горизонт ($C_1 ok-tr$);

18) тульский водоупор ($C_1 tl$);

19) яснополянский водоносный комплекс ($C_1 jp$);

20) малевский водоупор ($C_1 ml$);

21) заволжский водоносный горизонт ($C_1 zv$);

22) верхнедевонский водоносный комплекс (D_3).

Расчленение гидрогеологического разреза произведено в соответствии со сводной легендой по Московской и Брянско-Воронежской сериям гидрогеологических карт масштаба 1:200 000, утвержденной гидрогеологической секцией НРС ВСЕГЕИ при ВСЕГИНГЕО в 1968 г.

Гидрогеологическая карта отражает распространение водоносных горизонтов и водоупоров на глубину около 356 м. Водоносные горизонты и комплексы, залегающие ниже малевского водоупора (включая верхнедевонский комплекс) и развитые повсеместно, показаны на карте только по типовым водопунктам, а также нашли отражение на гидрогеологических разрезах. Из-за недостаточности данных описание гидрогеологического разреза ниже заволжского водоносного горизонта дается несколько схематично, а воды среднего девона и кембрия описаны только по опорной Кувшиновской скважине, расположенной южнее, на листе 0-36-XXIX.

Название химических типов подземных вод дается по преобладающим компонентам (при содержании их не менее 25% мг-экв/л) в убывающем порядке, раздельно по анионам и катионам. Наиболее характерные химические анализы воды по горизонтам сведены в таблицы I и 2 (соответственно для четвертичных и дочетвертичных водоносных горизонтов).

Воды современных болотных образований (hQ_{IV}) приурочены к торфяным болотам, развитым на моренных и флювиогляциальных отложениях. Водовмещающими породами служит торф разной степени разложения и суглинки. Обротованы воды в единичном шурфе. Коэффициент фильтрации по результатам откачки из шурфа составил 0,56 м/сутки. Мощность водосодержащих пород изменяется от I до 9, преобладающая 3-4 м.

Воды залегают непосредственно у поверхности земли, иногда на глубине до 1,0 м, на абсолютных высотах 180-160 м.

Торфяники обладают большой влагоемкостью, но слабой водоотдачей. Водообильность низкая; дебит при откачке из шурфа составил 0,01 л/сек при понижении уровня на 0,8 м.

Воды болотных образований обычно имеют буроватый цвет, болотный запах. По данным трех химических анализов воды гидрокарбонатные кальциево-магниеиые или кальциево-натриевые, с минерализацией 0,1-0,2 г/л. Общая жесткость воды 0,36-2,71 мг-экв/л. Реакция воды нейтральная или слабощелочная (pH - 7,0-7,4).

Питание болотных вод происходит главным образом за счет атмосферных осадков (верховые болота). Болота низинного и переходного типов кроме атмосферных осадков получают питание и за счет подтока грунтовых вод. Разгрузка болотных вод происходит путем испарения с поверхности. Местами болота дренируются реками и ручьями. На участках многочисленных торфоразработок проводится искусственное дренирование болот горизонтальными дренажными канавами.

Воды болотных образований для водоснабжения непригодны из-за большого количества органических примесей и гуминовых кислот. Обычно изучение их проводится в связи с осушением болот при торфоразработках или для расширения сельскохозяйственных угодий.

Современный аллювиально-озерный водоносный горизонт (aIQ_{IV}) прослеживается в пойменных отложениях рек Тверцы, Мсты, Цны, Шлины, Садвы, Лонницы и на небольших участках по берегам почти всех озер.

Водовмещающие породы представлены разнoзернистыми песками,

преимущественно мелкозернистыми, с прослоями супесей и суглинков, а также галечниками. Коэффициент фильтрации песков по лабораторным определениям изменяется от 0,3 до 14,3 м/сутки, преобладают значения 0,5–3,5 м/сутки. Максимальная мощность водоносного горизонта в поймах Тверцы, Цны достигает 12 м, в долинах мелких рек и ручьев сокращается до 3 м, преобладает мощность 3–4 м.

Выдержанного нижнего водоупора горизонт не имеет, так как залегает на породах различных горизонтов – от валдайской морены до каменноугольных известняков. Уровень грунтовых вод залегает на глубинах от 0,1 до 2,0 м (220–149 м абсолютной высоты). Дебиты единичных опробованных колодцев (колодцы 8 и 10) составляют 0,01–0,2 л/сек при понижениях уровня до 1,0 м.

По данным четырех химических анализов воды пресные, гидрокарбонатные кальциево-магниевого и кальциево-натриевого, с минерализацией 0,3–1,0 г/л (см. табл. I), часто загрязнены, о чем свидетельствует повышенное содержание ионов Cl^- и NO_3^- (до 41,7 мг/л). Общая жесткость воды 4,7–8,7 мг-экв/л.

Питание современный аллювиально-озерный водоносный горизонт получает за счет инфильтрации атмосферных осадков, паводковых вод, за счет подтока вод из других четвертичных горизонтов, а также мячковско-подольского и каширского горизонтов. Разгрузка происходит в реки и частично в подстилающие водоносные горизонты. Режим горизонта тесно связан с режимом рек.

На описываемой территории воды горизонта почти не используются для водоснабжения и в дальнейшем не рекомендуются к использованию ввиду малой водообильности и возможности поверхностного загрязнения.

Верхне четвертичный аллювиально-озерный водоносный горизонт ($a, I Q_{III}$) приурочен к отложениям первой и второй надпойменных речных и озерных террас, которые прослеживаются небольшими разбросанными участками вдоль берегов озер и русел основных рек. Водовмещающими породами служат пески разнотерристые, с рассеянной галькой и гравием, реже с прослоями глин, галечников, суглинков и супесей. Коэффициент фильтрации для разнотерристых песков по результатам откачки из колодца 17 составил 4,8 м/сутки, а по результатам восьми лабораторных определений изменялся от 0,2 до 4,0 м/сутки. Мощность водоносного горизонта варьирует от 2 до 9, преобладает 5–6 м.

Водоносный горизонт не имеет водоупорного перекрытия, уро-

Таблица I

Вид водопункта, № по реестру, местоположе- ние	Жесткость, мг. экв./л		Кон- цент- рация водо- род- ных ионов (рН)	Сухой оста- ток, мг/л	Общая мине- рали- за- ция, мг/л	Сво- бод- ная угле- кис- лота, мг/л	Окис- ляе- мость (O ₂), мг/л	Содержание ионов, мг/л					
	об- щая	кар- бо- нат- ная						А н и о н ы				К а т и о н ы	
								HCO ₃ [']	Cl [']	SO ₄ ^{''}	NO ₃ [']	Ca ^{..}	Mg ^{..}
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Болото Осеченское	2,71	2,71	7,4	192,0	173	9,0	9,0	Воды современных болотных образований					
								183,0	4,1	4,1	10,0	42,4	7,5
Колодец 8, г. Вышний Болочек	8,1	2,21	7,3	1181,0	1067	6,6	4,5	Современный аллювиально-озерный водоносный горизонт					
								134,2	127,9	14,0	19,0	90,7	11,6
Колодец 10, д. Белый Омут	8,70	2,21	7,4	658,0	603	13,2	4,5	134,2	87,6	44,0	222,0	83,8	18,7

Продолжение таблицы I

Вид водопункта, № по реестру, местоположение	катионы		Микрокомпоненты, мг/л				$\frac{R_2O_3}{SiO_2}$	формула химического состава воды, % экв
	(Na+K)	NH ₄	В	Ј	Ғ	Zn		
I	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22
Болото Осеченское	14,5	Не определялось		Нет сведений	Следы	Не обнаружено	$\frac{172,0}{24,0}$	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{90}}{Ca63 (Na+K)19 Mg18}$
Колодец 8, г. Вышний Волочек	4,6	Не обнаружено	0,33	0,75	0,75	"	$\frac{168,0}{8,0}$	$M_{1,0} \frac{NO_3^{41} Cl^{23} SO_4^{21} HCO_3^{14}}{(Na+K)48 Ca36 Mg16}$
Колодец 10, д. Белый Омут	79,8	То же	0,85	Не определялось	0,50	0,08	$\frac{206,0}{8,0}$	$M_{0,6} \frac{NO_3^{39} Cl^{27} HCO_3^{24} SO_4^{10}}{Ca45 (Na+K)38 Mg17}$

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Верхнечетвертичный аллювиально-озерный водоносный													
Колодец 17, с. Выдропужск	4,21	3,89	6,9	258	239	22,0	4,2	237,9	18,2	14,4	6,0	67,9	9,9
Валдайский надморенный флювиогляциальный водоносный													
Колодец 2, д. Селилово	5,24	2,78	7,3	548	499	6,6	4,6	170,8	70,5	40,3	143,0	87,0	10,9
Колодец 11, р. Твере- стянка	2,6	1,0	7,4	145	125	4,4	2,9	24,4	8,1	17,7	50,0	9,6	3,2
Воды спорадического распространения в валдайской													
Колодец 4, д. Барское - Григино	3,96	3,6	7,6	262	227	8,8	1,4	219,6	14,1	14,4	5,5	66,3	7,7
Колодец 5, д. Осиновик	8,77	7,99	7,4	772	742	17,6	4,3	488,0	92,6	48,6	95,0	141,1	21,5

Продолжение табл. I

I	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22
горизонт								
Колодец I7, с.Выдропужск	9,9	Не обна- ру- жено	0,08	Не опре- деля- лось	Следы	0,04	$\frac{171,75}{6,0}$	$M_{0,2} \frac{HCO_3 80 \quad Cl 21}{Ca 73 \quad Mg 17}$
горизонт								
Колодец 2, д.Селилово	61,9	То же	0,49	То же	То же	Не обна- ру- жено	$\frac{278,0}{12,0}$	$M_{0,5} \frac{HCO_3 35 \quad NO_3 29 \quad Cl 25 \quad SO_4 10}{Ca 55 \quad (Na+K) 34 \quad Mg 11}$
Колодец II, р.Твере- стянка	24,2	"-	0,55	"-	"-	0,3	$\frac{178,75}{4,0}$	$M_{0,2} \frac{NO_3 44 \quad HCO_3 22 \quad SO_4 20 \quad Cl 13}{(Na+K) 58 \quad Ca 27 \quad Mg 15}$
морене								
Колодец 4, д.Барское- Григино	10,1	"-	0,22	"-	0,13	Не обна- ру- жено	$\frac{238,75}{13,0}$	$M_{0,2} \frac{HCO_3 84}{Ca 75 \quad Mg 15 \quad (Na+K) 10}$
Колодец 5, д.Осиновик	100,0	"-	0,49	"-	0,3	То же	$\frac{164,25}{12,0}$	$M_{0,7} \frac{HCO_3 61 \quad Cl 19 \quad NO_3 12}{Ca 53 \quad (Na+K) 33 \quad Mg 14}$

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Валдайско-московский аллювиально-флювиогляциаль-													
Скв.2, оз.Криво- хвостик	2,35	2,35	7,4	152	146	26,0	2,7	176,9	2,0	Не обна- ру- жено	Не обна- ру- жено	37,1	5,8
Скв.21, д.Леон- тьево	4,74	4,74	7,3	293	285	17,6	6,2	326,4	4,0	3,3	"-	74,3	12,9
Воды спорадического распространения в московской													
Колодез 14, д.Грино	6,46	6,46	7,2	546	453	44,0	9,0	420,9	36,3	29,2	13,8	82,8	28,3
Родник 6, д.Власовка	3,64	3,64	7,7	214	327	8,8	3,6	225,7	3,1	4,5	Следы	56,1	10,1
Московско-днепровский аллювиально-флювиогляциаль-													
Скв.6, д.Пальцево	3,3	3,3	8,0	298	286	-	4,5	256,2	4,1	2,9	Не обна- ру- жено	32,4	21,0

Продолжение табл. I

I	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I	22
ный водоносный горизонт								
Скв.2, оз.Криво- хвостик	I2,2	Не обна- ру- жено	Нет све- де- ний	Нет све- де- ний	0,13	Не обна- ру- жено	$\frac{172,75}{8,0}$	$M_{O,1} \frac{HCO_3 98}{Ca68 (Na+K)21 Mg10}$
Скв.2I, д.Леон- тьев	I6,8	0,6	0,II		0,25	0,02	$\frac{167,5}{12,0}$	$M_{O,3} \frac{HCO_3 97}{Ca67 Mg19 (Na+K)13}$
морене								
Колодец I4, д.Гирино	52,6	Не обна- ру- жено	Нет све- де- ний	Нет све- де- ний	0,5	Не обна- ру- жено	$\frac{175,0}{16,0}$	$M_{O,4} \frac{HCO_3 79 Cl12}{Ca47 Mg27 (Na+K)26}$
Родник 6, д.Власовка	5,8	"	Следы	Не обна- ру- жено	0,18	Нет све- де- ний	$\frac{-}{8,0}$	$M_{O,3} \frac{HCO_3 95}{Ca72 Mg20}$
ный водоносный горизонт								
Скв.6, д.Пальцево	56,1	Не опре- деля- лось	0,58	Не обна- ру- жено	0,25	Не обна- ру- жено	$\frac{-}{20,0}$	$M_{O,3} \frac{HCO_3 96}{(Na+K)42 Mg30 Ca28}$

Продолжение табл. I

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Днепро-окский аллювиально-флювиогляциальный													
Скв. 38, д. Починок	4,6	4,6	7,2	266	248	18,0	1,4	305,0	2,0	2,9	Не обна- ру- жено	58,4	20,6

Продолжение табл. I

I	I5	I6	I7	I8	I9	20	21	22
Скв. 38, д. Починок	водоносный горизонт							$M_{O,2}$ $\frac{HCO_3 97}{Ca 57 \quad Mg 33 \quad (Na+K) 10}$
	12,0	Не обна- ру- жено	Нет све- де- ний	Нет све- де- ний	Следы	Не обна- ру- жено	$\frac{179,5}{8,0}$	

вень его подвержен сезонным колебаниям. Подстилают водоносный горизонт на севере валунные суглинки валдайской морены, на юге – валунные суглинки московской морены. На отдельных участках аллювиально-озерный водоносный горизонт подстилается каменноугольными отложениями.

Грунтовые воды залегают на глубине 1,0–4,5 м (173–147 м абсолютной высоты). При откачке из колодца 17 (с. Выдропужск) получен дебит 0,3 л/сек при понижении 1,0 м. По единичному анализу воды горизонта гидрокарбонатные кальциево-магниевые, пресные, с минерализацией 0,2 г/л. Реакция воды нейтральная, общая жесткость составляет 4,2 мг-экв/л.

Питание верхнечетвертичного водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков на всей площади его распространения, а также за счет боковой фильтрации из водоносных горизонтов, прислоненных к террасам, и подтока вод из нижележащих горизонтов. В период весенних паводков дополнительным источником питания служат речные воды. Разгрузка его осуществляется в реки. Основное направление грунтового потока – по направлению течения рек и к их руслам.

Ввиду незначительного площадного распространения водоносный горизонт почти не эксплуатируется и не может быть рекомендован для расширения водоснабжения.

В а л д а й с к и й н а д м о р е н н ы й ф л ю в и о г л я ц и а л ь н ы й в о д о н о с н ы й г о р и з о н т ($fQ_{III} v^s$) распространен по всей территории и приурочен к водно-ледниковым отложениям валдайского ледника и отложениям озов и камов.

Водовмещающими породами являются пески разнозернистые с гравием и галькой, иногда с валунами, с линзами гравия и гальки, участками с прослоями хорошо сортированных мелкозернистых песков, супесей и алевритов. Для озов и камов характерны более грубые пески. Коэффициент фильтрации песков по результатам пробных откачек изменяется от 5,0 до 52,7 (преобладает 5,0–17,5 м/сутки); по результатам лабораторных определений – от 0,6 до 45,5, а в галечниках – до 57,6 м/сутки.

Мощность валдайского надморенного горизонта I–27, преобладает 10–15 м. Отложения обычно залегают первыми от поверхности, в отдельных случаях перекрыты болотными образованиями. Нижним водоупором служат ленточные глины, залегающие в основании водоносной толщи, или суглинки валдайской морены. В случае залегания непосредственно на валдайско-московских межморенных отложениях между водами этих двух горизонтов осуществляется интенсив-

ный водообмен.

Воды горизонта безнапорные. Уровень воды залегает на глубине 0,2–9,0, преобладает глубина 1–3 м.

Грунтовый поток направлен в основном с запада на восток, а также от водоразделов к основным дренам – рекам Шлине, Тверце, Цне, Мсте и их крупным притокам (см. гидрогеологическую карту). Наиболее высокие отметки уровня (порядка 182 м) наблюдаются на западе и юго-западе территории, а к востоку они снижаются до 160–155 м абсолютной высоты. Водораздел с отметками порядка 170–160 м отмечен между долиной р. Мсты (в нижнем течении) и системой озер (Кафтино, Тубосс и др.), также оказывающих дренажное влияние на горизонт. В долине р. Мсты уровни снижаются до 155–150 м абсолютной высоты.

По данным откачек из колодцев горизонт слабоводообменен. Дебиты колодцев составляют от 0,004 и редко до 1,2 л/сек, при понижениях 0,8–1,0 м; дебиты единичных родников 0,01–0,08 л/сек.

По данным 14 химических анализов воды гидрокарбонатные кальциево-магниевого или кальциево-натриевого и натриево-кальциевого, пресные, с минерализацией 0,1–0,5, преобладает 0,2–0,3 г/л (см. табл. I). Реакция воды слабощелочная или нейтральная. Воды мягкие и умеренно жесткие, общая жесткость изменяется от 2,0 до 3,7 мг-экв/л. Во всех анализах отмечается повышенное содержание ионов NO_3^- (до 182 мг/л), что вызвано поверхностным загрязнением, связанным с внесением удобрений на полях.

Питание валдайского надморенного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков, а также за счет подпитывания водами нижележащих водоносных горизонтов; разгрузка осуществляется в реки. Участки интенсивного питания горизонта указаны выше.

Валдайский водоносный горизонт используется посредством колодцев для сельскохозяйственного водоснабжения. Из-за слабой водообильности и подверженности поверхностному загрязнению воды его для централизованного водоснабжения непригодны.

Воды спорадического распространения в валдайской морене ($gQ_{\text{н.в}}$) распространены в северной половине территории. Сложена валдайская морена валунными суглинками с линзами и прослоями супесей, песков, гравия и гальки. В области развития конечно-моренных гряд морена более опесчанена. Подземные воды приурочены к линзам песков, гравия и гальки в валунных суглинках. Коэффициент фильтрации песков, полученный расчетным путем по результатам откачек из колодцев, составляет 0,18–1,4 м/сутки. Мощность вал-

дайской морены до 45 м, мощность обводненных песчаных линз составляет 1,5-6,0 м. Глубина залегания кровли морены 0-21 м, абсолютные отметки кровли 143-210 м.

Водоносные линзы заключены внутри суглинков и воды на отдельных участках напорные, величина напора достигает 2-3 м. Глубины залегания уровней 0-12 м (214-152 м абсолютной высоты, наиболее распространенные 190-155 м абсолютной высоты).

Водообильность внутриморенных линз незначительна. По данным откачек из колодцев дебиты их изменяются от 0,01 до 0,2 л/сек при понижении 1,4-1,0 м (деревни Подол, Пальцево).

По данным 23 химических анализов воды гидрокарбонатные кальциево-магнєвые и гидрокарбонатно-хлоридные кальциево-натриевые, с минерализацией 0,2-0,4 г/л, умеренно жесткие и жесткие (общая жесткость составляет от 2,2 до 11,0 мг-экв/л). В некоторых колодцах минерализация повышается до 0,7-0,9 г/л (см. табл.1), а содержание ионов NO_3^- до 190 мг/л, что связано с поверхностным загрязнением и затрудненным водообменом в изолированных линзах песков.

Питание вод, залегающих в толще водоупорных моренных суглинков, осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков на участках песчаных "окоп" в морене. Разгрузка их затруднена и происходит в эрозионных врезках.

Воды морены широко эксплуатируются сельским населением посредством колодцев. Для централизованного водоснабжения они не могут быть рекомендованы из-за невыдержанного распространения и ограниченных запасов.

В а л д а й с к о - м о с к о в с к и й а л л ю в и а л ь н о - ф л ю в и о г л я ц и а л ь н ы й в о д о н о с н ы й г о р и з о н т ($fQ_{II-III} ms-v$) распространен в западной половине территории и приурочен к флювиогляциальным отложениям, залегающим между валдайской и московской моренами, водно-ледниковым отложениям времени отступления московского ледника и московским водно-ледниковым отложениям озов и камов. Водоносный горизонт вскрыт тремя скважинами. Водовмещающие породы представлены разнoзернистыми песками, алевритами, глинами, переслаивающимися между собой. Коэффициент фильтрации песков, полученный расчетным путем по результатам откачек из скважин, составляет 1,1-4,1 м/сутки. Мощность горизонта изменяется от 1 до 20, преобладает 3-10 м.

На северной половине описываемой территории водоносный горизонт залегает под валдайской мореной, которая служит относительным водоупором, на юге перекрывается валдайским водоносным

горизонтом и между ними осуществляется водообмен. Нижним водопором для горизонта повсеместно служат московские моренные суглинки.

Глубина залегания кровли горизонта на севере достигает 33, преобладает 3-20 м; абсолютные отметки кровли по картировочным скважинам составляют 124-200 м.

Воды горизонта напорные. По данным скважин 2, 2I и 25 величина напора составляет 4,0-16,5 м. Глубина залегания пьезометрического уровня от 3 до 8 м, абсолютные отметки уровня изменяются от 163 до 160 м.

Водообильность горизонта охарактеризована по трем опытным откачкам (из скважин 2, 2I, 25). Дебиты скважин составляют 0,3-0,5 л/сек, при понижениях 1,9-10,2 м.

По данным двух химических анализов воды пресные, гидрокарбонатные кальциево-магниевого и кальциево-натриевого, с минерализацией 0,1-0,3 г/л (см. табл. I), общей жесткостью 2,4-4,7 мг-экв/л. Реакция воды слабощелочная (pH - 7,3-7,4). Питание водоносного горизонта осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков и поступления воды из других водоносных горизонтов. Разгрузка происходит в нижележащий московско-днепровский водоносный горизонт, через опесчаненные "окна" в московской морене.

На описываемой территории воды горизонта для водоснабжения не используются и не рекомендуются к использованию ввиду малой водообильности.

Воды спорадического распространения в московской морене (gQ_{IIms}) развиты довольно широко.

Московская морена на севере описываемой территории залегает повсеместно под отложениями валдайской морены или межморенными водно-ледниковыми образованиями, а на юге - выходит на поверхность или перекрыта аллювиально-флювиогляциальными, местами болотными отложениями. Отсутствуют отложения в древней дочетвертичной долине, в районе деревень Рвеницы, Теплое, Глухово, Стар. Почвино, и с. Нов. Заречье, а также в долинах рек Тверцы, Цны, Белой, где они размыты. Сложена морена валунными суглинками с линзами песков, супесей и гравийно-галечного материала. Воды приурочены к изолированным линзам песков, супесей и гравийно-галечного материала, содержащихся в валунных суглинках, а также к отторженцам коренных пород, представленных известняками и песками. Коэффициент фильтрации песков, полученный расчетным путем по результатам откачек из колодцев, составляет 0,6-14,4, преобладает 1,2-5,6 м/сутки (колодцы I2, I3, I4, I5, I6).

Мощность московской морены 10-50 м, в районе Вышневолоцко-Новоторжской гряды около 81 м. Мощность обводненных песчаных линз составляет 1-4 м.

Глубина залегания кровли московской морены 0-33,5 м, абсолютные отметки кровли 136-280 м.

Водоносные линзы заключены внутри суглинков и воды на отдельных участках обладают напором, величина которого достигает 1-3 м. Естественные выходы этих вод в виде восходящих и нисходящих родников (родники 4, 6, 7, 8) наблюдаются в районе деревень Черенцово, Власовка, Гирино, по руч.Горуцкий (см.гидрогеологическую карту).

Глубина залегания уровня изменяется от 0 до 10,5 м, абсолютные отметки уровня - от 262 до 151 м абсолютной высоты.

Дебиты родников обычно в пределах 0,01-0,3 л/сек, в единичных случаях достигают 3 л/сек (родник 6). По данным откачек из 5 колодцев дебиты их составили от 0,01 до 0,4 л/сек при понижениях 1,2-1,1 м.

По результатам 32 химических анализов воды гидрокарбонатные кальциево-магниевого, с минерализацией 0,2-1,3 г/л (см.табл.1), умеренно жесткие и жесткие, редко очень жесткие (общая жесткость до 16,5 мг-экв/л, д.Вейбутская горня).

Большая жесткость объясняется тем, что источник питается водами отторженца, представленного карбонатными породами. В 4 анализах отмечается повышенное содержание иона Cl' и воде становятся гидрокарбонатно-хлоридными кальциево-натриевыми. Иногда в воде отмечается и повышенное содержание ионов NO_3' , свидетельствующее о поверхностном загрязнении водозаборов.

Питание вод спорадического распространения в морене осуществляется за счет инфильтрации атмосферных осадков или за счет перелива вод из вышележащих водоносных горизонтов. Разгрузка осуществляется в речные долины в виде многочисленных родников и мочакин, а также при эксплуатации колодцев.

На севере, где отложения московской морены залегают довольно глубоко и воды не эксплуатируются, частичная разгрузка их, по-видимому, осуществляется в нижележащие водоносные горизонты.

Воды московской морены широко эксплуатируются посредством колодцев только на южной половине территории. Для централизованного водоснабжения они не могут быть рекомендованы из-за слабой водообильности и подверженности загрязнению.

Московско-днепровский аллювиально-флювиогляциальный водоносный горизонт (Q_{II}^{dn-ms}) распространен в основном в древних

дочетвертичных долинах, в меньшей степени на водораздельных площадях. Воды приурочены преимущественно к флювиогляциальным отложениям, залегающим между московской и днепровской моренами. Водоносный горизонт охарактеризован по 3 водопунктам. Водовмещающие породы представлены разномернистыми, чаще грубомернистыми песками с прослоями и линзами алевроитов, суглинков. Коэффициент фильтрации песков по данным откачек из скважин имеет значения 5,5; 6,6 и 23,2 м/сутки.

Мощность водоносного горизонта местами достигает 22, обычно равна 5-10 м. Верхним водоупором для него служат суглинки московской морены, за исключением отдельных участков глубокой эрозионной долины. Нижним водоупором повсеместно служат плотные суглинки днепровской морены, за исключением восточной части площади (район д.Осечно), где толща московско-днепровских песков лежит на каменноугольных отложениях.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта составляет 7-55, преобладает 21-30 м, абсолютные отметки ее 112-180 м. Воды горизонта напорные. Величина напора составляет 12-31 м.

Пьезометрические уровни располагаются на глубине от 6 до 14 м, иногда уровень устанавливается выше поверхности земли до 2 м. Уровни по скважинам (деревни Пальцево, Починок и г.Бологое) установились на 165-158 м абсолютной высоты.

Водообильность горизонта охарактеризована по двум скважинам. При откачках получены дебиты 2,2 и 2,5 л/сек при понижениях уровня на 1,4-3,0 м (г.Бологое и д.Пальцево). Анализы воды из этих скважин показали, что воды горизонта пресные, гидрокарбонатные натриево-магниево-кальциево-магниево-натриевые, с минерализацией 0,2-0,3 г/л, умеренно жесткие. Реакция воды нейтральная и щелочная.

Питание московско-днепровского горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков через опесчаненные участки в московской морене, в местах отсутствия морены - за счет перетекания воды из валдайско-московского водоносного горизонта. Разгрузка водоносного горизонта осуществляется в основном за пределами описываемой территории. Водоносный горизонт не эксплуатируется ввиду глубокого залегания и малой водообильности.

Для организации крупного водоснабжения горизонт не рекомендуется.

Днепровский водоупор ($gQ_{II}dn$) представлен днепровской мореной, которая развита в глубоких погребенных долинах и на водоразделах, отсутствует на востоке и юго-западе описываемой территории. Представлена она плотными валунными суглинками. На большей части территории мощность днепровской морены со-

ставляет 2-7 м, в глубоких долинах достигает 20 м (скв.22).

Кровля днепровской морены неровная, залегает на глубине от 18 до 82, преобладает 20-45 м. Абсолютные отметки кровли изменяются от 106 до 148 м. Днепровская морена на большей части территории является надежным водупором, разделяющим воды вышележащих четвертичных водоносных горизонтов и горизонтов карбона.

Д н е п р о в с к о - о к с к и й а л л ю в и а л ь н о - ф л ю в и о г л я ц и а л ь н ы й в о д о н о с н ы й г о р и з о н т (IQ_{1-II}^{ok-dn}) развит в древней дочетвертичной долине, протягивающейся южнее г.Бологое и в юго-восточной части, в древней дочетвертичной долине, протягивающейся от острова Лисий к юго-востоку, к деревням Починок и Петровка. Водоносный горизонт приурочен к флювиогляциальным отложениям, залегающим между днепровской и окской моренами. Опробован только в скв.38.

Водовмещающими породами служат разнородные пески с прослоями гравия и гальки в основании, с прослоями алевритов. Коэффициент фильтрации тонкозернистых песков по данным откачки из скв.38 - 0,03 м/сутки. Мощность водоносного горизонта изменяется от 0,6 до 18,0 м.

Верхним водупором служат валунные суглинки днепровской морены. Нижним водупором является окская морена, представленная также валунными суглинками. В местах отсутствия окской морены водоносный горизонт гидравлически связан с водами каменноугольных отложений. Кровля водоносного горизонта залегает на глубинах 37,5-80,0 м, на абсолютных высотах 110-125 м. Воды его напорные. Положение напорного уровня зафиксировано только по одной скважине, величина напора в которой составила 39 м, а уровень установился на 2 м выше дневной поверхности, на абсолютной отметке 164 м.

По данным опытной откачки средний удельный дебит скв.38 - 0,003 л/сек. Для характеристики водообильности горизонта по площади листа данных не имеется. По единичному анализу воды горизонта гидрокарбонатные кальциево-магниевого, пресные, с минерализацией 0,2 г/л (см.табл.I), умеренно жесткие (общая жесткость 4,6 мг-экв/л). Реакция воды слабощелочная (рН - 7,2).

Питание днепровско-окского горизонта происходит за счет перелива вод из московско-днепровского водоносного горизонта, когда они не разделены днепровской мореной, и подтока вод из нижележащих каменноугольных горизонтов в местах отсутствия нижнего водупора. Дренаживание горизонта затруднено и осуществляется по древним дочетвертичным долинам.

Практического значения для водоснабжения горизонт не имеет в силу ограниченного распространения и слабой водообильности и не рекомендуется для расширения существующего водоснабжения.

О к с к и й ? в о д о у п о р ($gQ_{1,ok?}$) имеет ограниченное распространение у южной и западной рамки территории листа, заполняя ложе древней доледниковой долины. Представлен водоупор плотными валунными суглинками окской? морены мощностью I-2I м. Кровля его залегает на глубинах 36-82 м, абсолютные отметки кровли II9-I24 м. Окский водоупор разделяет днепровско-окский аллювиально-флювиогляциальный горизонт и воды каменноугольных отложений. В отдельных случаях водоупор ложится на верейские глины. Водоудерживающая способность окских суглинков хорошая, однако значение водоупора невелико, так как площадь его распространения незначительна.

М я ч к о в с к о - п о д о л ь с к и й в о д о н о с н ы й г о р и з о н т (C_2pd-mc') распространен широкой полосой вдоль восточной границы территории и приурочен к отложениям мячковского и подольского горизонтов среднего карбона. Водовмещающие породы представлены известняками, доломитами и мергелями. Известняки неравномерно трещиноваты и кавернозны, что обуславливает их резко различные фильтрационные свойства. Коэффициент фильтрации известняков варьирует от 0,4 до 95,5, преобладает 25-55 м/сутки. Мощность водоносного горизонта изменяется от 2 до 26, составляя обычно 5-20 м.

Водопроницаемость мячковско-подольского горизонта на преобладающей площади его развития составляет от 100 до 500 м²/сутки (скв.40) и редко достигает 2500 м²/сутки (скв.3I).

Естественные выходы вод горизонта в виде нисходящих и восходящих родников наблюдаются по р.Тверце, в районе деревень Лужниково, Сушино (родники 3, 5). На остальной части территории горизонт перекрыт четвертичными осадками, преимущественно московской мореной или московско-днепровскими флювиогляциальными песками.

Глубина залегания кровли горизонта изменяется от I2 до 5I, а обычно составляет 20-33 м. Абсолютные отметки кровли I32-I49, преобладают I44-I48 м.

Для горизонта характерны напорные воды. Высота напора изменяется от IO до 30, преобладает I2-20 м.

В местах, где водоносный горизонт дренируется речной сетью (р.Тверца, родник II, д.Бабье; реки Мал.Тигма и Бол.Тигма) или перекрыт песчаными современными аллювиально-озерными отложениями, напор отсутствует.

Таблица 2

Вид водопункта, № по реестру, местоположение	Жесткость, мг. экв/л		Кон- цент- рация водо- род- ных ионов (рН)	Сухой оста- ток, мг/л	Общая минерали- зация, мг/л	Сво- бод- ная угле- кис- ло- та, мг/л	Окис- ляе- мость (O ₂), мг/л	Содержание				
	А н и о н ы											
	общая	кар- бо- нат- ная						НСО ₃ '	Сl'	SO ₄ ''	NO ₃ '	Ca
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Мячковско-подольский водоносный горизонт											
Скв.10, д.Сонково	4,67	4,67	>8,0	264	252		4,5	244,0	3,1	2,5	2,5	64,7
Скв.40, д.Цирибушево	6,2	6,2	8,8	352	314	8,8	4,5	384,3	4,3	9,8	Сле- ды	84,7
Родник 10, д.Иевцево	5,74	5,74	7,2	312	305	44,0	1,6	366,0	2,0	7,8	Не об- на- ру- же- но	82,8

Продолжение таблицы 2

Вид водопункта, № по реестру, местоположение	Ионов, мг/л			Микрокомпоненты, мг/л				формула химического состава воды, %-экв
	К а т и о н ы			В	Р	Zn	$\frac{R_2O_3}{SiO_2}$	
	Mg ⁺⁺	(Na+K)	NH ₄ ⁺					
I	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
Скв.10, д.Сонково	19,6	7,6	Не опре- деля- лось	Нет све- де- ний	0,38	Не об- на- ру- же- но	$\frac{-}{20,0}$	M _{0,3} $\frac{HCO_3^{95}}{Ca62 Mg31}$
Скв.40, д.Цирибушево	24,3	9,0	Не обна- руже- но	0,3	0,25	"-	$\frac{147,5}{7,0}$	M _{0,3} $\frac{HCO_3^{95}}{Ca64 Mg30}$
Родник 10, д.Иевцево	19,9	10,3	Не об- на- ру- же- но	Нет све- де- ний	0,50	Нет све- де- ний	$\frac{-}{10,0}$	M _{0,3} $\frac{HCO_3^{96}}{Ca66 Mg26}$

Продолжение табл. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
							Каширский водоносный горизонт					
Скв.16, д.Защитное	6,2	6,2	6,8	372	366	18,0	7,4	427,0	4,1	9,5	2,5	85,9
Скв.26, г.Вышний Волочек	13,7	13,7	7,0	282	281	9,0	2,2	317,2	4,2	7,4	Не обна- ру- жено	70,3
Скв.36, д.Плотично	4,49	4,49	>8,0	254	227		1,9	250,4	2,1	5,8	То же	58,5
Родник 5, д.Сушино	4,35	4,21	7,6	230	208	48,0	1,0	256,2	3,0	2,9	—"	49,9
							Протвинский водоносный горизонт					
Скв.1, д.Рягодиши	2,89	2,89	>8,0	208	196		3,8	183,0	3,1	2,1	Не обна- ру- жено	50,2

Продолжение табл. 2

I	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
Скв. I6, д. Замишевые	23,0	27,3	Не опре- де- ля- лось	Нет сле- де- ний	0,38	Не об- на- ру- жено	<u>166.75</u> 20,0	$M_{0,4} \frac{HCO_3^{95}}{Ca58 Mg26 (Na+K)16}$
Скв. 26, г. Вышний Во- лочек	16,9	13,1	"	0,3	0,75	0,08	<u>162.5</u> 28,0	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{95}}{Ca64 Mg25 (Na+K)10}$
Скв. 36, д. Плотично	19,0	4,6	"	Следы	0,50	Не обна- ру- жено	<u>154.75</u> 16,0	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{96}}{Ca62 Mg33}$
Родник 5, д. Сушино	22,5	2,1	Не обна- ру- жено		0,25	"	<u>175.75</u> 8,0	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{94}}{Ca56 Mg41}$
Скв. I, д. Рыгодини	10,2	20,2	Не опре- де- ля- лось		0,13	"	<u>137.75</u> 12,0	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{96}}{Ca59 (Na+K)21 Mg20}$

Продолжение табл. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Скв.18, Борисовский стекольный завод	3,1	3,1	7,4	180	171	4,0	2,2	201,3	2,1	2,5	Не обна- ру- жено	50,2
Скв.34, д.Кузнечиха	3,99	3,99	7,9	230	214	6,6		262,3	2,1	7,4	"-	45,8
Родник I, д.Подол	3,85	3,85	7,6	236	364	13,2	3,5	256,2	8,0	8,2	Следы	53,1
Тарусско-окский водоносный горизонт												
Скв.3, г.Бологое	2,28	2,28	>8,0	240	226		7,0	231,8	5,1	1,7	Не обна- ру- жено	40,2
Заволжский водоносный горизонт												
Скв.11, д.Поддубье	3,89	3,89	8,0	420	420	6,6	1,6	335,5	59,4	30,5	Не обна- ру- жено	43,5

Продолжение 2

I	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
Скв.18, Борисовский стекольный завод	6,8	7,8	Не опре- деля- лось	0,38	0,38	Не обна- ру- жено	<u>176,5</u> 18,0	$M_{0,2} \frac{HCO_3 97}{Ca 73 \text{ Mg } 16 (Na+K) 10}$
Скв.34, д. Кузнечиха	20,8	11,7	Не обна- ру- жено	0,22	0,38	"	<u>145,5</u> 1,0	$M_{0,2} \frac{HCO_3 95}{Ca 51 \text{ Mg } 38}$
Родник I, д. Подол	14,6	17,0	Следы	0,38	0,25	Нет све- де- ний	<u>352,25</u> 3,0	$M_{0,4} \frac{HCO_3 91}{Ca 58 \text{ Mg } 26 (Na+K) 16}$
Скв.3, г. Болгое	4,1	47,1	Не опре- де- лялось	0,27	0,25	Не обна- ру- жено	<u>159,75</u> 18,0	$M_{0,2} \frac{HCO_3 96}{(Na+K) 47 \text{ Ca } 46}$
и верхнедевонский водоносный комплекс								
Скв. II, д. Поддубье	20,8	90,6	Не опре- деля- лось	0,49	0,75	Не обна- ру- жено	<u>228,0</u> 7,0	$M_{0,4} \frac{HCO_3 70 \text{ Cl } 21}{(Na+K) 50 \text{ Ca } 28 \text{ Mg } 22}$

Продолжение табл. 2

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Скв. 41, д. Пестово	13,48	4,49	7,7	120		13,2	2,1	274,5	154,7	475,6	Не обна- ру- жено	170,6

Продолжение табл. 2

I	I4	I5	I6	I7	I8	I9	20	2I
Скв.4I, д.Пестово	60,6	121,2	Следы	0,43	1,00	0,04	<u>102,0</u> 4,0	$M_{1,4}$ $\frac{SO_4 53 \ HCO_3 24 \ Cl 23}{Ca 45 \ (Na+K) 28 \ Mg 26}$

Глубина залегания пьезометрического уровня изменяется от 0,3 до 20,0, преобладающая глубина 8–13 м. Иногда в долинах рек уровень воды поднимается выше поверхности земли. Высота самоизлива достигает 0,5–1,5 м.

Для пьезометрической поверхности этого горизонта характерно снижение уровней от водоразделов (скважины I0 и 3I) к долинам рек Тверцы, Обеченки, Волчины (скважины 40 и 42). Отметки уровней на водоразделах составляют I66–I60 м, в долинах рек снижаются до I53 м абсолютной высоты.

Водообильность мячковско-подольского водоносного горизонта может быть охарактеризована данными опытных и пробных откачек из I8 скважин. Удельные дебиты скважин варьируют от I,0 до 8,2 л/сек, преобладающие удельные дебиты I,0–2,5 л/сек. Максимальные дебиты для скважин, вскрывших сильно трещиноватые известняки, составляют 9,0–I0,7 л/сек, при понижениях I,3–3,7 м. Дебиты родников 0,06–0,2 л/сек (родники 9, I0, II).

По результатам 23 химических анализов воды мячковско-подольского горизонта пресные, с минерализацией 0,1–0,4 г/л (см. табл. 2), гидрокарбонатные кальциево-магниевого, умеренно жесткие (общая жесткость 4,2–6,0 мг-экв/л). Реакция воды нейтральная или щелочная (рН изменяется от 6,8 до 8,8).

Питание горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков через песчаные "окна" в толще четвертичных отложений, а в местах выхода горизонта на поверхность путем непосредственной инфильтрации атмосферных вод. Разгрузка водоносного горизонта осуществляется в долины рек Тверцы, Бол. Тигмы и Мал. Тигмы в виде нисходящих и восходящих родников.

Мячковско-подольский водоносный горизонт в силу своего неглубокого залегания, хорошего качества воды, достаточной водообильности и надежности в санитарном отношении широко эксплуатируется в пределах территории. Он может быть рекомендован для расширения существующего водоснабжения, особенно при совместной эксплуатации с каширским водоносным горизонтом.

К а ш и р с к и й в о д о н о с н ы й г о р и з о н т
(C_2ks') распространен в восточной и юго-западной частях территории. Воды приурочены к карбонатным породам верхней части каширского горизонта. Водовмещающие породы представлены известняками и доломитами с невыдержанными прослоями мергелей мощностью до I, редко до 5 м. Известняки и доломиты крепкие, неравномерно пористые и трещиноватые, на юго-западе района закарстованные. Коэффициент фильтрации их изменяется от I,5 до 24,8 м/сутки. Мощность водосодержащих пород 22–38 м. Водопроницаемость горизонта

изменяется по площади в больших пределах от 44 до 4100 м²/сутки (рис.2). Наиболее высокая водопроницаемость (500-1000 и свыше 1000 м²/сутки) характерна для долины р.Тверцы в районе Вышневолоцкого водохранилища и связана с высокой трещиноватостью карбонатных пород. Широкая полоса водоносного горизонта также с высокой водопроницаемостью приурочена к западной границе его развития, где каширские известняки залегают близко от поверхности, под маломощным четвертичным покровом и имеют мощную трещиноватую зону. Зоны глубокой трещиноватости пород тесно связаны здесь с участками наиболее активных тектонических нарушений, проявившихся еще в породах фундамента и продолжавшихся позднее, уже в карбонное время.

Верхним водоупором являются мергели, залегающие в нижней части подольских отложений. В подошве горизонта повсеместно залегает верейский водоупор.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта изменяется от 17 до 72 м, максимальная глубина приурочена к Вышневолоцко-Новоторжскому валу и составляет 93 м. Каширский водоносный горизонт испытывает погружение в восточном направлении: абсолютные отметки кровли на западе 239 м, в восточной части кровля опускается до III м абсолютной высоты.

Воды горизонта напорные. Высота напора изменяется от 0 до 46, преобладает I6-23 м.

Уровень подземных вод залегает на глубинах от I,0 до 61,0 м. Иногда устанавливается выше поверхности земли до 5 м (скв.36). Уровни занимают наиболее высокое положение на юго-западе территории (до 240-230 м абсолютной высоты), где каширские породы лежат под маломощным покровом четвертичных отложений (местная ооласть питания). Поток подземных вод направлен на восток-северо-восток (см.рис.2). Река Тверца и ее крупные притоки, а также р.Белая оказывают дренирующее влияние на горизонт и снижают уровень поверхности до I55-I53 м абсолютной высоты. Высокие отметки уровня (до I66-I73 м абсолютной высоты, скв.37) отмечаются в районе деревень Федово, Беньково, Никитино, где горизонт залегает вблизи поверхности и где через четвертичную толщу идет его питание.

Неравномерная трещиноватость водовмещающих пород горизонта определяет и неравномерную его водообильность. Удельные дебиты скважин варьируют в пределах от 0,4 до 5,5 л/сек. Максимальная водообильность отмечается в центральной части территории (см. рис.2) и связана с зоной высокой трещиноватости. Преобладающие удельные дебиты по скважинам 0,4-2,8 л/сек. Вдоль долины р.Белой

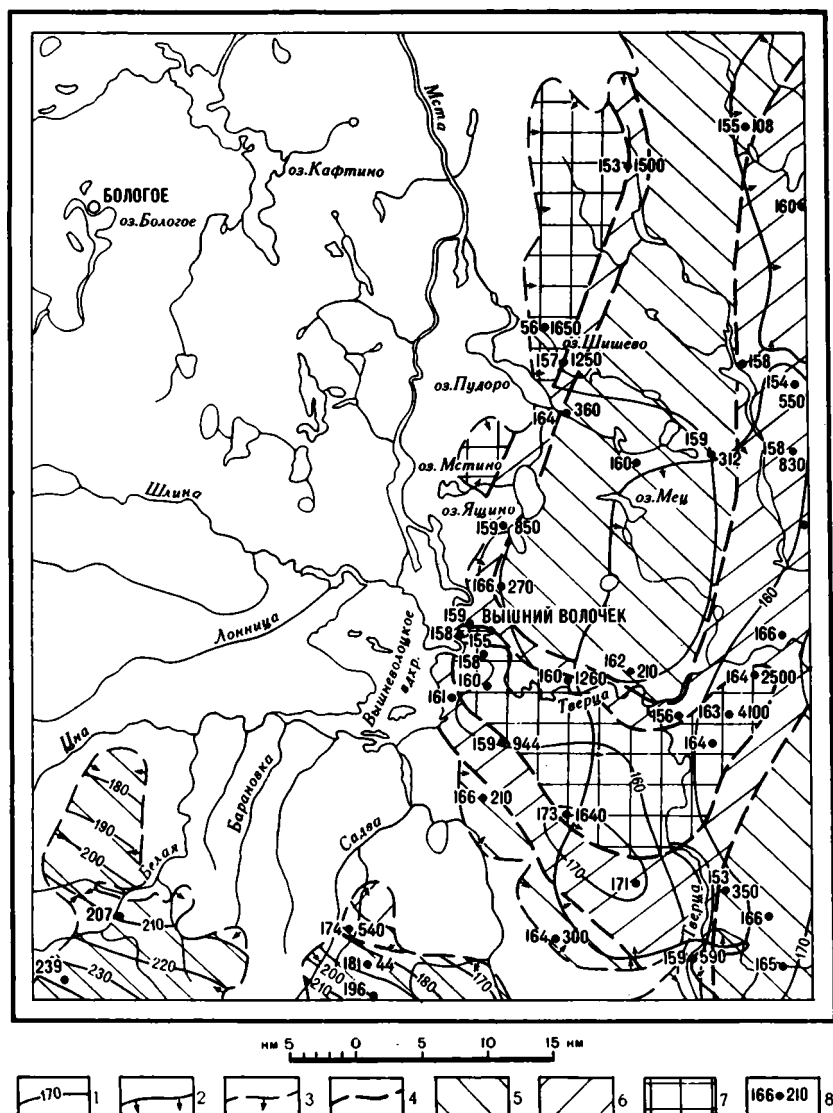


Рис. 2. Гидродинамическая карта среднекаменноугольных водоносных горизонтов
 1-гидронизипсы и гидроизопэсы среднекаменноугольных водоносных горизонтов; 2-3-границы распространения водоносных горизонтов: 2-мячковско-подольского; 3-кашмирского; 4-границы участков с различной водопроницаемостью; 5-7-водопроницаемость ($\text{м}^2/\text{сутки}$) среднекаменноугольных горизонтов: 5- <500 ; 6- $500-1000$; 7- >1000 ; 8-водопункт, цифры: слева-абсолютная отметка уровня воды (м), справа-водопроницаемость ($\text{м}^2/\text{сутки}$)

наблюдаются восходящие родники с дебитами от 0,6 до 2,0 л/сек (родники 3, 5).

По результатам 23 химических анализов воды пресные, гидрокарбонатные кальциево-магниевого. Минерализация составляет 0,2–0,4 г/л (см. табл. 2), общая жесткость 4,2–6,8 мг-экв/л. Как отмечалось выше, питание каширского водоносного горизонта осуществляется путем инфильтрации атмосферных осадков через песчаные "окна" в четвертичной толще, на участках близкого залегания от поверхности. Разгрузка осуществляется в долинах крупных рек.

Водоносный горизонт широко эксплуатируется на востоке территории, часто совместно с мячковско-подольским водоносным горизонтом. Воды его хорошего качества и могут быть рекомендованы для централизованного водоснабжения.

Верейский водоупор (C_{2vr}) распространен на востоке и юге территории листа и приурочен к верейскому горизонту среднего карбона и к нижней части каширского горизонта. Водоупор сложен красноцветными глинами с подчиненными прослоями алевроитов, песков, мергелей и доломитов. Залегает верейский водоупор преимущественно на глубине от 5 м на западе до 84 м на востоке. Кровля водоупора погружается в восточном направлении. Максимально высокое залегание кровли верейского водоупора наблюдается на юго-западе. Мощность водоупора изменяется от 15 до 27 м. Абсолютные отметки кровли изменяются от 82 до 198 м, преобладают 100–130 м.

Эта толща глин разделяет каширский и протвинский водоносные горизонты. Водоупор довольно надежный, о чем свидетельствует разница в напорах (10–30 м) протвинского и каширского горизонтов.

Протвинский водоносный горизонт (C_{1pr}) распространен повсеместно. Воды приурочены к отложениям протвинского и верхней карбонатной части стешевского горизонта нижнего карбона, которые не разделены водоупором. Водовмещающими породами являются крепкие кавернозные и трещиноватые известняки, на юго-западе с карстовыми пустотами от 3–5 м, в нижней части разреза – доломиты и маломощные прослои мергелей. Фильтрационные свойства водовмещающих пород разнородны: коэффициент фильтрации карбонатных пород по результатам откачек чаще изменяется от 0,1 до 63,4 м/сутки; наибольшее значение коэффициента фильтрации – 78,4 м/сутки. Мощность водоносного горизонта составляет 26–64 м, наиболее распространенная 46–64 м.

Водопроницаемость протвинского водоносного горизонта изменяется от 10 до 2530 м²/сутки (рис. 3). Наиболее высокая водопроницаемость отмечается в центральной части площади: в низовьях Цны,

в районе Вышневолоцкого водохранилища и серии озер Имоложье, Островно, Мстино, где водопроницаемость свыше $1000 \text{ м}^2/\text{сутки}$ и связана с зоной высокой трещиноватости, обусловленной тектоническим строением (Мстинская флексура и поднятия в районе г.Вышний Волочек).

Примерно западная половина территории, где протвинский горизонт залегает близко от поверхности, также отличается высокой водопроницаемостью ($500\text{--}1000 \text{ м}^2/\text{сутки}$). Эта часть территории сильно расчленена речными долинами (реки Цна, Шлина и др.) и сетью озер, вероятно, с этим связана большая мощность трещиноватой зоны и высокая водопроницаемость горизонта. В восточной половине площади, где водоносный горизонт значительно погружается, водопроницаемость его значительно снижается до $500\text{--}100 \text{ м}^2/\text{сутки}$.

Верхним перекрытием горизонту служат: в западной части - толща четвертичных отложений, на востоке - выдержанный верейский водоупор. Нижним водоупором является глинистая пачка стешевских отложений. Водовмещающие породы погружаются в восточном направлении, глубина их залегания увеличивается от 18 на западе до 114 м на востоке территории, абсолютные отметки кровли изменяются от 56 до 167 м.

Воды горизонта пластово-трещинного и трещинно-карстового типа, напорные. Высота напора изменяется от 7 до 83 м, преобладают напоры 30-44 м. В отдельных скважинах при вскрытии водоносного горизонта наблюдается самоизлив, высота самоизлива в скв.34 (д.Кузнечиха) достигла 2 м.

Глубина залегания пьезометрического уровня до 45, преобладает 6-12 м. Пьезометрическая поверхность протвинского горизонта имеет восточное-северо-восточное направление и снижается от 210 (юго-запад) до 160-145 м абсолютной высоты (восток-северо-восток). Общую картину этой поверхности нарушают реки Цна, Шлина, Тверца, Мста и некоторые их притоки (особенно в западной части территории, где кровля протвинских отложений близка к поверхности), которые оказывают дренажное влияние на горизонт.

Водообильность протвинского горизонта неравномерна, что связано с различной степенью трещиноватости и кавернозности водовмещающих пород. Водообильность характеризуется по 51 скважине. Удельные дебиты их варьируют в широких пределах от 0,003 до 13,4 л/сек, преобладают удельные дебиты 0,7-3,3 л/сек. Максимальный удельный дебит установлен в скв.13, расположенной в центральной части листа, на ст.Академическая, и вскрывшей сильно трещиноватую зону известняков.

в пределах территории, в долине р. Мсты и в районе озера Имоложье, имеются два восходящих родника (родники I и 2) с дебитами 0,5-0,6 л/сек.

По данным 30 химических анализов воды пресные, гидрокарбонатные кальциево-магниевого, с минерализацией 0,1-0,4 г/л (см. табл.2), от мягких до очень жестких (общая жесткость 2,2-17,6 мг-экв/л). Реакция воды нейтральная и щелочная (pH - 7-8).

Питание протвинского водоносного горизонта осуществляется за счет атмосферных осадков на участках их близкого залегания от поверхности (на юго-западе территории) через песчаные "окна" в перекрывающих четвертичных отложениях.

Водоносный горизонт широко эксплуатируется целой сетью скважин. Он неглубоко залегает, достаточно водообилен и обычно хорошо защищен от загрязнения с поверхности. При больших потребностях в воде он может эксплуатироваться совместно с нижележащим тарусско-окским водоносным горизонтом.

С т е ш е в с к и й в о д о у п о р (C_{1st}) распространен повсеместно и стратиграфически приурочен к нижней части стешевского горизонта среднего карбона. Водоупор представлен глинами мощностью около 3 м, местами до 1 м. Глубина залегания кровли водоупора 64-130 м, ее отметки снижаются с запада на восток от 150 до 5 м абсолютной высоты. Стешевский водоупор разделяет протвинский и тарусско-окский водоносные горизонты. О степени надежности водоупора на описываемой площади данных не имеется.

Т а р у с с к о - о к с к и й в о д о н о с н ы й г о р и з о н т (C_{1ok-tr}) распространен повсеместно. Приурочен к отложениям тарусского, веневского, михайловского и алексинского горизонтов нижнего карбона.

Водовмещающими породами являются плотные крепкие, участками трещиноватые известняки, чередующиеся с доломитами и содержащие прослойки глин и песков. Коэффициент фильтрации известняков в скв.3 составил 15,9 м/сутки. Мощность водовмещающей толщи составляет 48-57 м (скважины II, 22, 4I). Перекрывает горизонт стешевский водоупор. Нижним водоупором являются тульские глины.

Глубина залегания кровли водоносного горизонта изменяется от 8I до 124 м. Абсолютные отметки снижаются с запада на восток от 102 (скв. II, д. Поддубье) на западе до 3I м (скв. 4I, д. Пестово) на юго-востоке.

В зависимости от степени пористости и трещиноватости известняков изменяется и водообильность горизонта. На описываемой территории водоносный горизонт эксплуатируется только одной скважиной (скв.3 в г. Бологое), а в семи скважинах - совместно с прот-

винским. Дебит по скв.3 составил 9,3 л/сек при понижении 1,5 м. Пьезометрический уровень установился на глубине 20 м, на абсолютной высоте 158 м. Высота напора над кровлей составила 60 м.

Воды горизонта гидрокарбонатные натриево-кальциевые, пресные, с минерализацией 0,1-0,3 г/л (см.табл.2), мягкие и умеренно жесткие (общая жесткость 2,3-3,5 мг-экв/л). Реакция воды щелочная ($pH > 8$).

Области питания и разгрузки горизонта находятся за пределами описываемой территории. Как отмечалось выше, тарусско-окский водоносный горизонт в пределах рассматриваемой площади не эксплуатируется.

Выводы о возможности использования его для водоснабжения сделать в настоящее время затруднительно, так как сведения о его водообильности имеются только по одной скважине и необходимо его дальнейшее изучение.

Тульский водоупор (C_{1fl}) распространен повсеместно и приурочен к верхней глинистой части тульского горизонта. Водоупор представляет собой пачку глин и глинистых алевроитов. Вскрыт тремя скважинами (II, 22, 41). Мощность тульского водоупора составляет 2-18 м, залегает он на глубинах 128,8 (скв.22) - 181 м (скв.41). Абсолютные отметки кровли составляют соответственно 36 - минус 26 м.

Тульский водоупор разделяет воды тарусско-окского водоносного горизонта и яснополянского водоносного комплекса.

Яснополянский водоносный комплекс (C_{1jp}) распространен повсеместно и приурочен к нижней, песчано-алевритовой с прослоями глин, части тульского горизонта, а также к пескам бобринского горизонта нижнего карбона. Вскрыты эти отложения тремя скважинами, но не опробованы. Водовмещающими породами являются мелко- и среднезернистые пески, с включением единичных гравийных зерен, алевроиты.

По результатам откачки из скважины на соседнем с запада листе 0-36-ХХП коэффициент фильтрации песков равен 1,8 м/сутки. Мощность водоносного комплекса 10-49 м. Перекрывающим водоупором служат тульские глины; нижним водоупором является пачка малевских глин с прослоями глинистых алевроитов. Глубина залегания кровли по скважинам 133,5-194,8 м, абсолютные отметки ее соответственно 49 - минус 40 м.

Яснополянские отложения охарактеризованы по данным двух скважин на соседней с запада территории (пос.Фирово, ст.Березайка). В скважинах вскрыты напорные воды, величина напора 76 и 98 м; абсолютные отметки пьезометрического уровня 168 и 201 м.

Дебит одной из скважин при самоизливе составил 1,2, при откачке 0,2 л/сек.

Воды яснополянского водоносного комплекса пресные, гидрокарбонатные, магниево-кальциевые, с минерализацией 0,2–0,3 г/л, умеренно жесткие (общая жесткость 4 мг-экв/л).

Питание водоносного комплекса происходит за пределами описываемой территории и осуществляется за счет перетекания вод из вышележащих водоносных горизонтов через водопроницаемые "окна" в верхнем водоупоре.

Воды яснополянских отложений ввиду глубокого залегания для водоснабжения населенных пунктов не используются.

М а л е в с к и й в о д о у п о р (C_1, ml) распространен повсеместно, отсутствует лишь на участке предвизейского эрозионного размыва (скв.22). Он отделяет яснополянский водоносный комплекс от нижележащего заволжского водоносного горизонта.

Водоупор представлен толщей пестроцветных плотных глин с прослоями глинистых алевроитов, мощность его 5–7 м. На рассматриваемой территории отложения вскрыты лишь двумя скважинами: на западе скв. II (д. Поддубье), на юго-востоке – скв. 4I (д. Пестово). Глубина залегания кровли водоупора 157–209 м, ее абсолютные отметки снижаются с запада на восток от 26 до минус 54 м.

З а в о л ж с к и й в о д о н о с н ы й г о р и з о н т (C_1, zv) распространен повсеместно и приурочен к отложениям хованских слоев и озерской толщи заволжского горизонта нижнего карбона. На описываемой территории он вскрыт тремя скважинами (скважины II, 22, 4I). Водовмещающими породами являются доломиты, участками кремнедые, участками загипсованные, с прослоями доломитизированных известняков и доломитовых глин. В нижней части разреза (в озерской толще) загипсованность увеличивается в юго-восточном направлении до чистых гипсов.

Мощность заволжского водоносного горизонта изменяется от 12 (скв.22) до 33 м (скв. II). Перекрывает горизонт малевским водоупором. В местах, где водоупор отсутствует (скв.22), воды заволжского горизонта сообщаются с водами яснополянского водоносного комплекса. Нижним водоупором для него служит глинисто-мергелистая пачка пород, залегающая в нижней части заволжского горизонта. Кровля его прослеживается на глубинах от 164 до 214 м, абсолютные отметки кровли снижаются с запада на восток от 19 до минус 59 м.

О водообильности горизонта можно судить по результатам опытной откачки из скважины на территории соседнего с запада листа (д. Куженкино). Воды высоконапорные, величина напора 139 м. По-

лученный при откачке дебит составил 1,2 л/сек при понижении 3,2 м, удельный дебит 0,4 л/сек. Коэффициент фильтрации 1,9 м/сутки. Пьезометрический уровень установился на глубине 22,5 м. Абсолютная отметка уровня 165 м.

Результаты совместного опробования с верхнедевонским водоносным комплексом в скважинах II и 4I показали низкую водообильность горизонта: удельные дебиты составили соответственно от 0,04 до 0,01 л/сек (коэффициент фильтрации 0,03-0,006 м/сутки). Величина напора по скважинам II3 и 2I6 м. Водоносный горизонт был опробован также в Кувшиновской опорной скважине (лист 0-36-XXIX), где в интервале 204-214 м при желонировании получен ничтожный дебит (поднято 4,95 м³ воды в течение двух часов).

По химическому составу воды горизонта гидрокарбонатные кальциево-магнелиевые, пресные, с минерализацией до 0,4 г/л (см. табл.2). В Кувшиновской скважине получена сульфатно-гидрокарбонатная питьевая вода с минерализацией 0,8 г/л, с содержанием Br до 10 мг/л.

Питание водоносного горизонта осуществляется атмосферными осадками к западу от рассматриваемой территории, где он залегает непосредственно под четвертичными отложениями, а в пределах площади в основном за счет перетекания вод из вышележащих горизонтов. Разгрузка в основном происходит восточнее, за пределами описываемой территории.

Заволжский горизонт практического интереса для водоснабжения не представляет, так как глубоко залегает и имеет незначительную водообильность.

Верхнедевонский водоносный комплекс (D₃) распространен повсеместно и охватывает фаменские и франские отложения верхнего девона. Для подразделения этой серии водоносных и водоупорных пород на водоносные горизонты данных не имеется и они рассматриваются как единый водоносный комплекс. На описываемой территории воды верхнего девона вскрыты 3 скважинами (II, 22, 4I).

Водовмещающие породы представлены толщей переслаивающихся доломитов, мергелей с гипсами, песчаников, известняков, алевролитов и глин. Мощность водоносного комплекса по скважинам 67-162 м.

Верхним водоупорным перекрытием является глинисто-мергелистая пачка пород мощностью 2-8 м, приуроченная к низам озерской толщи. Нижний водоупор скважинами не вскрыт.

Залегают верхнедевонские воды на глубине 197-247 м (скважины II, 4I). Абсолютные отметки кровли снижаются с запада на

восток от минус 14 до минус 92 м.

Водоносный комплекс опробован только совместно с заволжским водоносным горизонтом. Воды его трещинно-пластовые, высоконапорные. Данные о величинах напора и водообильности водоносного комплекса были приведены выше, при описании заволжского горизонта.

Химический анализ воды из скв. II (для совместно опробованных горизонтов - верхнедевонского и заволжского) показывает, что воды гидрокарбонатные натриево-кальциевые, с минерализацией 0,4 г/л. В восточной части территории воды верхнедевонского комплекса, погружаясь на значительную глубину, попадают в зону затрудненного водообмена и становятся слабоминерализованными. В скв. 4I минерализация воды на глубине 222 м достигает уже 1,4 г/л (см. табл. 2). Состав воды меняется на сульфатно-гидрокарбонатный. Повышенное содержание сульфатов в воде связано с интенсивным выщелачиванием гипса, содержащегося в толще водо-вмещающих пород.

Область питания водоносного комплекса лежит к западу от описываемой территории, в пределах главного девонского поля, а разгрузка осуществляется восточнее, также за пределами листа.

Воды верхнедевонского водоносного комплекса для водоснабжения не используются из-за большой глубины залегания. Рекомендуется дальнейшее изучение их пригодности для применения в бальнеологических целях, так как на больших глубинах могут быть встречены среднеминерализованные воды, содержащие бром, аналогичные водам в Кувшиновской скважине.

Нижележащие водоносные горизонты и водоупоры на описываемой территории не изучались и не опробовались. Схематическое описание их приводится по опорной Кувшиновской скважине, расположенной южнее, на территории листа 0-36-XXIX. Кувшиновской скважиной вскрыты и опробованы среднедевонский и кембрийский водоносные комплексы, а также разделяющий их ордовикский (глинистые доломиты мощностью 37 м) и подстилающий котлинский (плотные аргиллиты мощностью 120 м) водоупоры.

Среднедевонский водоносный комплекс заключен в швентойских, старооскольских, наровских и пярнуских отложениях верхнего и среднего девона и представлен переслаиванием песков, песчаников, загипсованных доломитов, с прослоями глин, алевроитов. Мощность его по скважине 358 м, вскрыты высоконапорные воды на глубине 64I м.

Кембрийский водоносный комплекс включает отложения ниже-

го и верхнего кембрия. Литологически он представлен песками, песчаниками с прослоями аргиллитов, вскрыт на глубине 1038 м. Общая мощность 148 м.

Основные характеристики водоносных комплексов приведены в табл.3.

Общие гидрогеологические закономерности

Анализ гидрогеологических условий территории дает возможность отметить ряд закономерностей и особенностей, присущих отдельным группам водоносных горизонтов. В гидрогеологическом разрезе намечаются две таких группы горизонтов.

Первая группа объединяет водоносные горизонты четвертичных, каменноугольных и верхнедевонских отложений, залегающих до глубин порядка 356 м. Водоносные горизонты находятся в зоне активного водообмена, содержат грунтовые и напорные воды. Воды четвертичных отложений и каменноугольных, включая протвинские, испытывают дренажное влияние современных и древних речных долин. Области их питания почти совпадают с площадью распространения (при условии близкого залегания от поверхности).

Основным источником питания служат атмосферные осадки, которые инфильтруются в четвертичные отложения, с последующим перетеканием из верхних горизонтов в нижележащие. Этому способствуют: хорошая расчлененность современного рельефа, наличие глубоких древних долин, наличие мощной зоны трещиноватости и другие геоструктурные особенности территории. Общее погружение палеозойских отложений в восточном направлении определяет последовательный переход содержащихся в них водоносных горизонтов от областей питания к области погружения. Характерно, что в западной части территории уже протвинские водоносные отложения залегают относительно близко от поверхности и не перекрыты водупором. Региональный верейский водупор развит только в восточной части района. Все это способствует хорошей гидравлической связи горизонтов на большей части территории, интенсивному водообмену и формированию пресных гидрокарбонатных вод с минерализацией до 1 г/л.

Движение вод этой зоны (для горизонтов включая протвинский) контролируется современной и древней речной сетью, а для горизонтов, залегающих ниже стешевского водупора, характерно общее направление движения подземного потока с запада на восток, по направлению падения слоев.

Индекс стратиграфического подразделения в опробованном интервале	Интервал опробования, м	Глубина залегания пьезометрического уровня, м	Удельный дебит, л/сек	Понижение, м	Формула химического состава воды, % мг-экв
D _{2st}	823-840	I32,7	0,037	15,5	$Br_{0,09} M_{62} \frac{Cl_{95}}{(Na+K)76 Ca15}$
D _{2nr+D_{2st}}	823-860	I32,7	0,002	106,6	$Br_{0,05} M_{62} \frac{Cl_{76}}{(Na+K)76 Ca15}$
O + D _{2pr}	946-1027	I82,0	0,08	4,65	$Br_{0,18} M_{62} \frac{Cl_{98}}{(Na+K)80 Ca13}$
См + D _{2pr}	946-1305	I82,0	0,22	93,8	$Br_{0,12} M_{143} \frac{Cl_{98}}{(Na+K)80 Ca13}$

Наблюдения за режимом подземных вод этой зоны на смежных с юга территориях (К.И.Рожественская, И.Н.Коваленко, 1968ф; Семененко, Ишунина, 1969ф) показали, что для горизонтов, залегающих выше днепровских отложений, характерны резкие колебания уровня (с амплитудой 0,6-2,2 м), связанные с климатическими и гидрологическими факторами. А для горизонтов, залегающих ниже днепровской морены, колебания уровня более сглажены и в среднем амплитуда их не превышает 0,5 м.

С увеличением глубины залегания подземных вод пресные воды сменяются слабосолоноватыми, образующими зону затрудненного водообмена. Воды в ней высоконапорные, приурочены к отложениям верхнедевонского водоносного комплекса. Если в западной части площади воды девона еще пресные, гидрокарбонатные, то к востоку, с погружением отложений, они становятся сульфатно-гидрокарбонатными с минерализацией до 1,4 г/л (в интервале 222-314 м, около минус 70 - минус 160 м абсолютной высоты). Повышенное содержание сульфатов в воде вызвано интенсивным выщелачиванием гипса, содержащегося в толще водовмещающих пород, и, соответственно, погружением кровли этих отложений.

Связь вод этой зоны с вышележащими горизонтами и поверхностными водами, как правило, отсутствует. Движение подземных вод замедлено и определяется геоструктурными особенностями района. Основное направление подземного потока - с запада на восток - от областей питания к областям разгрузки, которые расположены за пределами рассматриваемой территории.

Подземные воды, залегающие ниже верхнедевонского водоносного комплекса, в пределах описываемой территории не изучались.

По данным смежного с юга листа 0-36-XXIX зона затрудненного водообмена охватывает весь верхнедевонский комплекс, до глубин порядка 640 м. Минерализация вод в этой зоне может достигать 15-23 г/л, характерно присутствие в воде брома до 70 мг/л, а состав воды с глубиной становится уже хлоридно-сульфатным натриевым. В Кувшиновской скважине (лист 0-36-XXIX) вскрыты и воды (рассолы) зоны застойного режима с хлоридным натриевым составом и минерализацией от 48 до 152 г/л, с высоким содержанием брома (до 237 мг/л).

Существующее водоснабжение и народнохозяйственное значение подземных вод

На описываемой территории хозяйственно-питьевое и промышленное водоснабжение базируется на эксплуатации подземных вод.

Оно осуществляется с помощью трех видов водозаборов: копанных колодцев и родников; одиночных буровых на воду скважин; групповых водозаборов. Эксплуатация подземных вод с помощью колодцев и родников является основным способом обеспечения сельского населения хозяйственно-питьевой водой. В пределах территории насчитывается 386 колодцев и родников. Колодцы, как правило, вскрывают первые от поверхности водоносные горизонты, приуроченные к различным по возрасту и литологическому составу породам. В долинах рек (в пределах пойм) с помощью колодцев используется современный аллювиально-озерный водоносный горизонт, на склонах долин и водоразделах — главным образом валдайский водоносный горизонт и воды спорадического распространения в валдайской и московской моренах. Наиболее широко эксплуатируются последние два горизонта. Колодцы оборудованы деревянными срубами сечением 1,0х1,0 м.² Глубина колодцев обычно 2-3, редко достигает 14 м. Санитарное состояние колодцев в ряде случаев неудовлетворительное: колодцы не имеют крышки, крепкого сруба, редко чистятся, что обуславливает проникновение в них поверхностных вод. Производительность колодцев составляет 1,3-34,9 м³/сутки. Максимальный дебит 100 м³/сутки получен в колодце 9 (с.Терелесово), эксплуатирующем валдайский водоносный горизонт. Низкая производительность многих колодцев объясняется не столько слабой водообильностью, сколько неравномерным и непостоянным забором воды.

Учитывая небольшую населенность деревень и частичное использование вод поверхностных водоемов (для поливов, водопоя скота), существующая в сельской местности система водоснабжения, эксплуатирующая малodeбитные водоносные горизонты, практически обеспечивает потребность населения в воде. Качество воды по химическим и бактериологическим свойствам обычно вполне удовлетворяет требованиям для хозяйственно-питьевого применения.

Водоснабжение ряда сельских населенных пунктов, колхозных и совхозных животноводческих ферм осуществляется с помощью одиночных буровых на воду скважин. Основными источниками водоснабжения с помощью одиночных скважин являются мячковско-подольский (18 скважин), каширский (24 скважины) и протвинский (51 скважина) водоносные горизонты. Единичные скважины эксплуатируют четвертичные водоносные горизонты: валдайско-московский (3 скважины), московско-днепровский (2 скважины) и днепровско-окский (1 скважина). Глубина скважин 50-70 м. Как правило, они вскрывают только верхнюю часть водоносного горизонта, углубляясь в него на 5-15 м. Большая часть скважин оборудована фильтрами — перфорированная труба с длиной рабочей части на всю вскрытую

мощность. Есть скважины и с открытым интервалом. Сбор воды производится в баки емкостью около 25 м^3 . Подъем воды осуществляется глубинными центробежными насосами марки АТН-8 и АТН-10 и центробежными погружными насосами 6АП 9х6 и 8АП 9х6, реже - штанговыми. Работают скважины не более 5 часов в сутки. Производительность их не превышает $25 \text{ м}^3/\text{час}$. В последнее время на большинстве скважин подача воды в башни автоматизирована, но многие из них эксплуатируются только летом, так как неутепленные баки зимой промерзают. Санитарное состояние водозаборов не всегда хорошее. Водосборные емкости часто загрязнены, вода имеет неприятный привкус от труб и местное население даже при наличии скважин пользуется колодцами.

На отдельных предприятиях и более крупных населенных пунктах (пос. Яконово, пос. Красномайский) скважинами эксплуатируются совместно два водоносных горизонта. В центральной части рассматриваемой территории - это протвинский и тарусско-окский, на востоке - мячковско-подольский и каширский водоносные горизонты, реже протвинский и каширский. Глубина таких скважин увеличивается до 100-145 м.

Все колхозно-совхозные водозаборы работают с низкой производительностью и расположены на значительном расстоянии друг от друга. Все это способствует тому, что уровень воды в скважинах за период эксплуатации практически не снизился. Качество воды эксплуатируемых горизонтов хорошее и почти во всех случаях удовлетворяет требованиям ГОСТа на питьевую воду. Воды гидрокарбонатные кальциево-магниевого, с минерализацией 0,1-0,4 г/л, в бактериологическом отношении здоровые.

В нескольких крупных населенных пунктах осуществляется централизованное водоснабжение с помощью групповых водозаборов, состоящих из нескольких эксплуатационных на воду скважин, относительно близко расположенных друг от друга. Такие водозаборы имеются в городах Вышний Волочек и Бологое.

Водозабор г. Вышний Волочек по данным Н.И. Смирновой и др. (1970ф) эксплуатирует каширский (25 скважин) и протвинский (33 скважины) водоносные горизонты. Первые скважины водозабора вступили в строй в 1924 г. Наблюдения за пьезометрическими уровнями на водозаборных скважинах показывают, что положение их за время эксплуатации не изменилось. Скважины оборудованы центробежными или погружными насосами марок ЭЦНВ-6, АТН-10, АП-8. Суммарный водоотбор по водозабору составляет $19285 \text{ м}^3/\text{сутки}$. Потребность г. Вышний Волочек в подземных водах хозяйственно-питьевого назначения в перспективе на 1980 г. определяется в коли-

честве 30 тыс.м³/сутки. По расчетам Н.И.Смирновой и др. (1970ф) она может быть обеспечена путем эксплуатации существующих скважин на каширский водоносный горизонт с прежней производительностью и общим водоотбором 3,4 тыс.м³/сутки и более длительной эксплуатацией в течение суток скважин, вскрывающих протвинский водоносный горизонт, с общим водоотбором 26,6 тыс.м³/сутки. В этом случае ожидаемое понижение уровней горизонтов в конце 25-30 летнего периода эксплуатации составит для каширского горизонта 9,8 м, для протвинского 18,3 м (при допустимых понижениях, с учетом конструкции скважин, соответственно: для каширского горизонта - 20 м, протвинского - 40 м). Характеристика основных водозаборных скважин в г.Вышний Волочек приводится в табл.4. Эксплуатационные скважины дают пресную воду с минерализацией 0,2-0,3 г/л, гидрокарбонатного кальциево-магниевого состава, удовлетворяющую требованиям ГОСТа.

Водозабор г.Бологое по данным Н.И.Смирновой и др. (1970ф) насчитывает 28 скважин, эксплуатирующих протвинский (25 скважин) и совместно протвинский и тарусско-окский (3 скважины) водоносные горизонты. Первые водозаборные скважины вступили в строй в 1949 г. Общий водоотбор подземных вод из скважин составляет 9030 м³/сутки. Для хозяйственно-питьевых целей используется 3530 м³/сутки, для технических целей 5500 м³/сутки. Скважины питают городской водопровод протяженностью 7450 м. Он находится в неудовлетворительном техническом состоянии, так как периодически отмечается снижение коли-титра подаваемой воды. В целом, вода, отобранная из скважин, удовлетворяет требованиям ГОСТа на хозяйственно-питьевую воду. Скважины оборудованы погружными насосами марок 8АП, 6АП, 10АП, ЭПЛ-6, ЭПЛ-8. Наблюдения за пьезометрическим уровнем в скважинах показали, что положение его за время эксплуатации водозабора не изменилось.

Потребность в подземных водах хозяйственно-питьевого назначения для г.Бологое в перспективе на 1980 г. определена в количестве 12000 м³/сутки. По расчетам Н.И.Смирновой и др. (1970ф) она может быть обеспечена путем более длительной эксплуатации существующих скважин. Ожидаемое снижение уровня на конец амортизационного периода эксплуатации (25-30 лет) составит около 5 м (при допустимом понижении, с учетом существующей конструкции скважин, около 20 м). Ниже приводится табл.5 основных эксплуатационных данных по скважинам водозабора.

Все вышеизложенное свидетельствует, что пресные воды, связанные с трещиноватой зоной в известняках среднего и нижнего карбона, являются основным источником водоснабжения территории.

Таблица 4

Наименование водозаборных скважин	Год ввода в эксплуатацию	Эксплуатируемый водоносный горизонт	Количество скважин		Глубина скважин, м	Существующий вододобор, м ³ /сутки	Максимально возможный вододобор из наличного фонда скважин, м ³ /сутки
			действующих	резервных			
1	2	3	4	5	6	7	8
"Водоканал"	1927	Каширский (C ₂ kš)	10	1	18,0-39,0	1440	5750
"-"	1927	Протвинский (C ₁ pr)	10	2	54,0-117,0	6123	14400
Станция искусственного осеменения	1968	То же	-	1	80,0	-	380
Цех стеклянно-игрушечных изделий	1965	"-"	1	-	70,7	240	240
Совхоз "Тверца"	1965	Каширский (C ₂ kš)	2	-	37,0	180	250
Сельхозтехника	1953	"-"	1	-	61,0	50	960
Деревообрабатывающий завод	1940	Протвинский (C ₁ pr)	2	1	65,0-85,0	305	1340
Хлопчатобумажный комбинат	1924	То же	3	1	90,9-100,0	3500	7770
Молокозавод	1960	"-"	1	1	90,0	800	2280
Зеркально-багетная фабрика	1959	"-"	1	-	70,0	400	960
Фабрика "Пролетарский авангард"	1939	"-"	2	-	73,0-82,0	2340	5460

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5	6	7	8
Красный Городок в/ч	1931	Каширский ($C_2 k\check{s}$)	I	I	28,0-41,0	516	1200
Мясокомбинат	1960	Протвинский ($C_1 pr$)	I	-	100,8	360	360
Фабрика "Парижская коммуна"	1954	-"-	I	-	71,0	1440	240
Завод дубильных экстрактов	1933	Каширский ($C_2 k\check{s}$)	I	-	18,49	306	600
Автокомбинат	1954	Протвинский ($C_1 pr$)	I	-	100,0	160	720
Станция технического обслуживания	1957	Каширский ($C_2 k\check{s}$)	I	-	85,0	80	240
Автоколонна 74	1955	То же	I	-	31,5	120	240
Льнозавод	1956	-"-	I	I	32,3-37,0	75	840
Тубдиспансер	1939	-"-	I	I	42,0-71,0	100	1080
Больница 3	1961	Протвинский ($C_1 pr$)	I	-	121,0	250	600
Фабрика "Пианино"	1967	Каширский ($C_2 k\check{s}$)	I	-	40,0	100	480
Терелесовское карьеро-управление	1960	Протвинский ($C_1 pr$)	-	3	125,0-138,0	-	6080

Продолжение табл. 4

I	2	3	4	5	6	7	8
Терелесовское карьеро- управление	I967	Каширский (C ₂ K ₂)	I	-	60,0	400	960
Поселок Новотверецкой ГЭС	I959	-"-	I	-	4I,5	-	600
	Итого:					I9285	54030

Таблица 5

Наименование водозаборных скважин	Год ввода в эксплуатацию	Эксплуатируемый водоносный горизонт	Количество скважин		Глубина скважин, м	Существующий водоотбор, м ³ /сутки	Максимально возможный водоотбор из наличного фонда скважин при круглосуточной работе, м ³ /сутки
			действующих	резервных			
I	2	3	4	5	6	7	8
Бологовское отделение Октябрьской железной дороги (НОД-2)	1956	Протвинский (C _{1pr})	6	-	50-77	4000	6770
- "	1949	Совместно протвинский и тарусско-окский (C _{1ok-tr})-C _{1pr}	3	-	92-101	2600	2680
Комбинат коммунальных предприятий	1958	Протвинский (C _{1pr})	1	2	57-80	400	1600
Завод "Строммаш"	1963	То же	2	-	70,0	600	1630
Бологовский совхозтехникум	1956	- "	4	1	55-70	150	1400
Филиал стекольного завода им.Луначарского	1949	- "	1	-	65,1	30	170
Бологовское отделение "Сельхозтехника"	1963	- "	1	-	62	50	240

Продолжение табл. 5

I	2	3	4	5	6	7	8
Ремонтно-строительный участок (РСУ)	1967	Протвинский (С ₁ рr)	I	-	56,5	750	380
Межколхозная строительная организация (МСО)	1969	То же	I	-	70,0	50	290
Автотранспортное предприятие	1961	-"-	I	-	72,0	50	190
Предприятие п/я 85	1950	-"-	I	-	63,0	300	1300
Бологовский райпотребсоюз	1967	-"-	I	-	68,0	250	250
Мясокомбинат	1962	-"-	I	-	70,0	400	860
Райбольница	Сведе- ний нет	-"-	I	-	80,0	100	430
Итого:						9730	18190

Рассматривая вопрос о дальнейших перспективах расширения существующего водоснабжения, в пределах площади можно провести гидрогеологическое районирование (рис.4). По целесообразности использования подземных вод выделены три района: I - преимущественного использования каширского водоносного горизонта; II - протвинского водоносного горизонта; III - совместной эксплуатации каширского и мячковско-подольского горизонтов.

Р а й о н I расположен в центральной части территории. По степени водопроницаемости каширского водоносного горизонта район подразделяется на участки I-а и I-б. Коэффициент водопроницаемости на участке I-а свыше $1000 \text{ м}^2/\text{сутки}$, на участке I-б он снижается до $500\text{--}1000 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Наиболее перспективным для организации централизованного водоснабжения является участок I-а. Воды залегают на глубине 16-27 м, минерализация воды 0,3-0,4 г/л, рекомендуемая глубина скважин 35-40 м, предполагаемый максимальный дебит порядка 10-20 $\text{м}^3/\text{час}$. Участок I-б также рекомендуется для расширения водоснабжения. Воды залегают на глубине 20-50 м, минерализация воды 0,3 г/л, предполагаемая глубина скважин 30-70 м, максимальные дебиты скважин 5-6 $\text{м}^3/\text{час}$.

Р а й о н II, где основным горизонтом для расширения существующего водоснабжения может служить протвинский горизонт, занимает западную и центральную части территории. В его пределах выделяются участки II-а и II-б, отличающиеся коэффициентом водопроницаемости. На участке II-а водопроницаемость горизонта превышает $1000 \text{ м}^2/\text{сутки}$, на участке II-б - снижается до $500\text{--}1000 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Наиболее перспективным является участок II-а. Воды здесь залегают на глубине 35-80 м, минерализация их не превышает 0,3 г/л. Рекомендуемая глубина скважин 70-100 м, максимальные дебиты, которые могут быть получены из скважин, 49-82 $\text{м}^3/\text{час}$. На участке II-б воды залегают на глубине 25-60 м, минерализация их до 0,3 г/л. Рекомендуемая глубина скважин 55-75 м, с производительностью 36-51 $\text{м}^3/\text{час}$.

Р а й о н III располагается в восточной части территории. Для дальнейшего расширения водоснабжения здесь рекомендуется эксплуатировать мячковско-подольский горизонт совместно с каширским. Коэффициент водопроницаемости в пределах района изменяется от 500 до $1000 \text{ м}^2/\text{сутки}$. Воды залегают на глубине 15-40 м, минерализация воды 0,3-0,4 г/л, рекомендуемая глубина скважин 75-85 м, предполагаемые максимальные дебиты скважин 34-45 $\text{м}^3/\text{час}$.

Дальнейшее расширение водоснабжения возможно не только путем бурения новых скважин, но и путем интенсификации работы существующих скважин, улучшения их технического состояния и оборо-

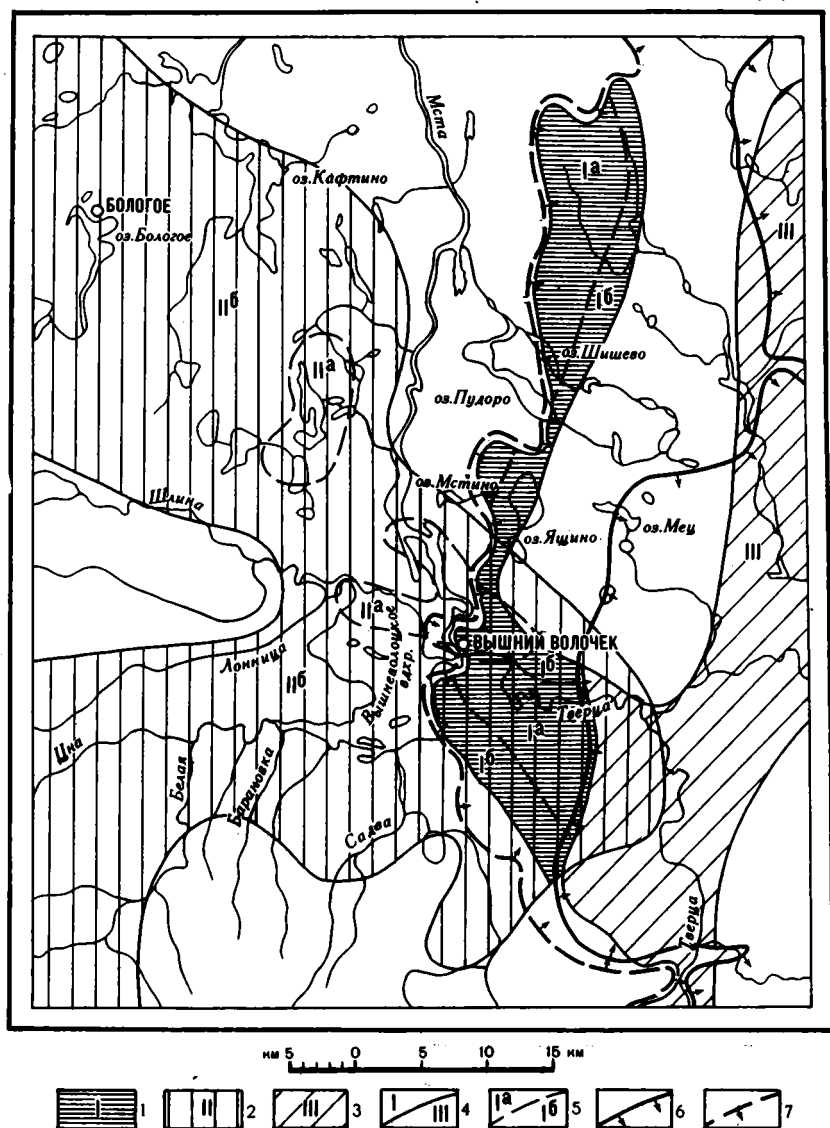


Рис. 4. Схема гидрогеологического районирования (по целесообразности использования подземных вод)

1-3-районы: 1-I район (преимущественного использования каширского водоносного горизонта на участках Ia с водопроницаемостью свыше 1000 м²/сутки и Ib - 500-1000 м²/сутки); 2-II район (преимущественного использования протвинского водоносного горизонта на участках IIa с водопроницаемостью свыше 1000 м²/сутки и IIb - 500-1000 м²/сутки); 3-III район (преимущественного использования мячковско-подольского водоносного горизонта совместно с каширским, водопроницаемость горизонтов 500-1000 м²/сутки); 4-границы районов; 5-границы участков; 6-7-границы распространения водоносных горизонтов б-мячковско-подольского горизонта; 7-каширского горизонта

дования. С точки зрения перспектив дальнейшего расширения водоснабжения район следует считать обеспеченным подземными водами.

Избыточно увлажненные земли в пределах района развиты на значительной площади (10% от всей территории) и связаны с современными болотными образованиями. Почти все болота имеют смешанное атмосферное и грунтовое питание. Для улучшения сельскохозяйственного использования земель рекомендуется проведение комплекса мелиоративных мероприятий. Эти мероприятия должны быть направлены на улучшение условий поверхностного стока посредством проведения открытых горизонтальных дренажей для сброса воды в реки, что уменьшит развитие болот.

Гидрогеологические условия территории для целей инженерного освоения (поверхностное строительство) благоприятны. Основанием для инженерных сооружений служат преимущественно моренные суглинки и флювиогляциальные пески, которые обычно обводнены на больших глубинах, чем глубина заложения фундамента. Опасение вызывают лишь участки с глубиной залегания уровня 1-3 м. На таких участках рекомендуется предусмотреть гидроизоляцию подземных частей сооружений.

Площади развития современных болотных образований и пойменных отложений практически не пригодны для инженерного строительства из-за периодической затопляемости и близкого залегания грунтовых вод. Следует учесть также, что участки проявления карста, где закарстованные известняки залегают близко от дневной поверхности и иногда выходят на поверхность, ограничено пригодны для строительства и требуют специального изучения.

Гидрогеологические условия эксплуатации месторождений полезных ископаемых в пределах площади в целом благоприятны. На описываемой территории разрабатываются месторождения торфа, легкоплавких глин и суглинков валдайской и московской морен, формовочных, стекольных и силикатных песков, строительных материалов (гравий, галька) и карбонатного сырья (бутовый камень, известняк на обжиг, сырье для известкования почв, для производства цемента, стекла), связанных с каменноугольными породами. Месторождения торфа, как правило, обводнены. При их разработке необходимо проведение мелиоративных мероприятий. Месторождения легкоплавких глин и суглинков обычно сухие и при эксплуатации их не требуется проведение осушительных работ. Горнотехнические условия разработки месторождений формовочных, стекольных, силикатных песков, строительных материалов (гравия, гальки) не сложны. В настоящий период разрабатываются сухие пески, вскрыша и полезная толща ко-

торых находятся выше уровня грунтовых вод. В редких случаях нижняя часть продуктивной толщи обводнена, но, как правило, возможно искусственное дренирование подземных вод.

При разработке полезных ископаемых, связанных с карбонатными каменноугольными породами, отмечается, что нижняя часть полезной толщи обводнена, но есть возможность искусственного дренирования, отвода подземных вод в реки.

В заключение, учитывая вышеизложенное о подземных водах рассматриваемой территории, отметим, что горизонты зоны пресных вод изучены сравнительно хорошо. При дальнейших гидрогеологических исследованиях внимание следует акцентировать на глубокозалегающие (начиная с низов девона) водоносные горизонты. Можно рекомендовать изучение их пригодности для использования в бальнеологических целях, т.к. на больших глубинах могут быть встречены среднеминерализованные воды, содержащие бром.

ЛИТЕРАТУРА

О п у б л и к о в а н н а я

А л е к с а н д р о в а А. Н., П е т р о в а Е. А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:1 000 000. Лист 0-36 (Ленинград). Гостеолтехиздат, Л., 1957, 138с.

А с а т к и н Б. П., К о т л у к о в В. А. Геологическая карта СССР масштаба 1:1 000 000. Объяснительная записка к листу 0-36 (Ленинград). Гостеолтехиздат, Л., 1941.

Гидрогеология СССР, том I. "Недра", 1966.

Ж у к о в В. А., Т о л с т о й Н. П., Т р о я н с к и й С. В. Артезианские воды каменноугольных отложений Подмосковной палеозойской котловины. ГОНТИ, 1939.

Подземные воды СССР. Обзор подземных вод Калининской области. М., 1965.

Ф о н д о в а я ^{х)}

Б е з у к л а д н о в а Р. Ф. Сводная структурно-геологическая карта западной и северо-западной окраины Подмосковной котловины. 1950, № 13001.

^{х)} Работы, для которых не указано место хранения, находятся в фонде ТГУЦР

Беляев Д. Д., Коф М. И. Отчет по изучению режима артезианских водоносных горизонтов Подмосковной котловины. 1941, № 6082.

Бородин Н. Г., Никифорова Л. П. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Московская. Лист 0-36-XXIU. Объяснительная записка, 1970, № 29565.

Бочеввер Ф. М., Ковалева И. В. и др. Региональная оценка эксплуатационных ресурсов подземных вод каменноугольных отложений Московского артезианского бассейна (Отчет Подмосковной гидрогеологической партии за 1962 г.). 1963, № 497.

Гаганидзе А. Р. и др. Пояснительная записка к карте гидрогеологической исследованности Калининской области, 1937, № 14628.

Гатальский М. А. Гидрогеологические условия северо-западной части Русской платформы в связи с поисками нефти. 1949, № 13313, фонд СЗГУ.

Говоров Н. В., Иванова Н. А. Отчет по теме: Региональная оценка прогнозных эксплуатационных ресурсов пресных подземных вод на территории деятельности Геологического управления центральных районов, 1963, № 594.

Дерпгольц В. Ф. Гидрогеологический очерк Бологое, Кафтино, совхоз Тимково, Селилово. 1933, № 15522.

Зандер В. Н. и др. Отчет об аэромагнитных работах в пределах центральной и западной частей Русской платформы в 1959 г. 1960, № 24307.

Зельдина Е. А. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Московская. Лист 0-36-XXII. Объяснительная записка (в печати).

Кадастр буровых на воду скважин (1966-1973 гг.). Лист 0-36-Г (XXII, XXIII, XXIV, XXV). 1973, № 30967.

Камянский В. В. Отчет о результатах двухмиллиметровой гравиметрической съемки, проведенной в Калининской области на листах 0-36-XXIII (восточная половина), - XXIII, -XXIX и -XXX (северная половина) в 1963-1964 гг. 1964, № 04396.

Комиссаров Н. Г. и др. Комплексная геологическая карта масштаба 1:500 000. Лист 0-36-Г (Калинин). 1946, № 12304.

Котлуков В. А., Алексеев Ф. А. и др. Атлас северо-западной части Русской платформы (материалы по геологии и нефтеносности). 1945-1948 гг., № 16230.

Куделин Б. И., Попов О. В. и др. Отчет по составлению карт подземного стока европейской части СССР. 1964, № 2689.

Лебединский Г. В. Геология р. Мсты (от истока до 127 версты). 1929, № 9223. Геолфонд СЗГУ.

Леонтьева М. А. Отчет по гидрогеологическому исследованию бассейна р. Тверцы. 1933, № 2887.

Попялковский М. А. Краткая записка по гидрогеологии мест, намечаемых под проектируемые гидротехнические сооружения и районов к ним прилегающих (оз. Тубосс Вышневолоцкого района). 1933, № 1942.

Пузинковский О. К. Отчет о гидроразведочных работах в г. Бологое. 1929, № 22084.

Семеновенко Л. Т., Ишунинна Т. А. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Московская. Лист 0-36-XXIX. Объяснительная записка. 1969, № 28793.

Семеновенко Л. Т., Строчкина Л. Т. и др. Отчет Вышневолоцкой партии о комплексной геолого-гидрогеологической съемке масштаба 1:200 000, проведенной на территории листа 0-36-XXIII в 1965-1966 гг. 1967, № 27142.

Смирнова Н. И., Попова Г. А., Бакеева Ф. Я. Справочник о наличных ресурсах подземных вод, пригодных для централизованного водоснабжения городов и промышленных предприятий с данными о степени их использования и имеющихся резервах. 1970, № 29452.

Хименков В. Г. О подземных водах г. Вышнего Волочка, как источника центрального городского водоснабжения. 1930, № 1249.

Шостак З. А., Вербова И. М. Геологическая карта СССР масштаба 1:200 000. Серия Тихвинско-Онежская. Лист 0-36-ХУП. Объяснительная записка (в печати).

№ на карте, местоположение и год бурения	Ин- декс клет- ки на кар- те	Аосо- лут- ная отмет- ка устья, м Глу- бина, м	Индекс водо- носного гори- зонта, комп- лекса	Литологи- ческий состав водовме- щающих пород	Глубина за- легания кровли во- доносного горизонта, комплекса, м Исходность водоносного горизонта, комплекса, м
I	2	3	4	5	6
1, д.Ригодиши, 1962	I-I	<u>165</u> 51,0	C ₁ pr	Известняки	<u>43,0</u> 8,0
2, оз.Кривохвостик, 1966	I-I	<u>166</u> 30,5	fg _{II-III} ms-v	Пески	<u>19,5</u> 3,5
3, г.Бологое, 1964	I-I	<u>178</u> 100,0	C ₁ ok-tr	Известняки	<u>80,0</u> 20,0
4, д.Красное Раменье, 1966	I-2	<u>174</u> 77,1	C ₁ pr	То же	<u>59,0</u> 18,1
5, д.Липно, 1966	I-2	<u>160</u> 72,3	C ₁ pr	—	<u>39,0</u> 25,8
6, д.Пальцево, 1939	I-2	<u>164</u> 38,4	fg _{II} dn-ms	Пески	<u>31,0</u> 7,4
7, д.Тубосс, 1966	I-2	<u>156</u> 55,6	C ₁ pr	Известняки	<u>38,0</u> 17,6

СКВАЖИНЫ К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ
ЛИСТА 0-36-XXXIII

Интервал опробова- ния, м	Уро- вень воды: глуби- на, м абсо- лютная от- метка, м	Дебит, л/сек пони- же- ние, м	Кэффи- циент филъ- трации, м/сутки	Формула химического состава воды, % экв	Откуда завис- т- вованы данные
7	8	9	10	11	12
43,0-51,0	<u>13,0</u> 152	<u>6,7</u> 3,3		$M_{0,2} \frac{HCO_3^{96}}{Ca59 (Na+K)21 Mg20}$	Семеновко и др., 1967ф, скв.1
19,5-22,2	<u>3,0</u> 163	<u>0,5</u> 10,2	I, I	$M_{0,1} \frac{HCO_3^{98}}{Ca68 (Na+K)21 Mg10}$	То же, скв.2а
80,0-100,0	<u>20,0</u> 158	<u>9,3</u> 1,5	15,9	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{96}}{(Na+K)47 Ca46}$	"-" скв.13
61,2-77,1	<u>17,0</u> 157	<u>2,4</u> 12,7		Сведений нет	"-" скв.22
39,0-64,8	<u>17,0</u> 167	<u>6,6</u>		$M_{0,3} \frac{HCO_3^{96}}{Ca53 (Na+K)26 Mg20}$	"-" скв.27
31,0-38,4	<u>6,0</u> 158	<u>2,5</u> 3,0	5,5	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{96}}{(Na+K)42 Mg30 Ca28}$	"-" скв.28
42,7-52,2	<u>12,0</u> 158	<u>0,2</u> 0,7		$M_{0,2} \frac{HCO_3^{96}}{Ca68 Mg24}$	"-" скв.31

I	2	3	4	5	6
8, хут.Горка, 1964	I-3	<u>165</u> 45,5	C ₂ кб	Известняки	<u>39,5</u> 6,0
9, пос.Мста, 1961	I-3	<u>155</u> 65,0	C ₁ пр	То же	<u>43,5</u> 17,8
10, д.Сонково, 1952	I-4	<u>173</u> 39,0	C ₂ рд-мб	-"-	<u>37,8</u> 1,2
11, д.Поддубье, 1965	П-I	<u>183</u> 355,8	D ₃ +C ₁ зв	Известняки, мергели, доломиты	<u>164,0</u> 191,8
12, д.Сатыгино, 1961	П-2	<u>160</u> 53,5	C ₁ пр	Известняки	<u>49,8</u> 3,7
13, ст.Академиче- ская, 1956	П-2	<u>170</u> 60,0	C ₁ пр	Известняки, доломиты	<u>35,0</u> 25,0
14, д.Леонтьево, 1958	П-2	<u>168</u> 76,5	C ₁ пр	Известняки	<u>57,0</u> 19,5
15, д.Бахмара, 1968	П-2	<u>173</u> 50,0	C ₁ пр	То же	<u>38,0</u> 12,0
16, д.Зашишево, 1964	П-3	<u>170</u> 50,0	C ₂ кб	-"-	<u>39,0</u> 11,0

7	8	9	10	11	12
42,6-45,5	$\frac{17,0}{148}$	$\frac{1,4}{2,0}$		$M_{0,2} \frac{HCO_3 91}{Ca 71 Mg 23}$	Семеновско и др., 1967 г., СКВ.35
43,5-61,3	$\frac{0,0}{155}$	$\frac{1,2}{39,0}$	0,09	$M_{0,3} \frac{HCO_3 73 CO_3 24}{Ca 51 (Na+K) 27 Mg 22}$	То же, СКВ.36
37,8-39,0	$\frac{13,0}{160}$	$\frac{1,5}{0,2}$		$M_{0,3} \frac{HCO_3 95}{Ca 62 Mg 31}$	"-" СКВ.47
167,0-355,8	$\frac{11,0}{172}$	$\frac{0,4}{9,0}$	0,03	$M_{0,4} \frac{HCO_3 70 Cl 21}{(Na+K) 50 Ca 28 Mg 22}$	"-" СКВ.49
49,8-53,5	$\frac{3,0}{157}$	$\frac{1,7}{0,4}$		$M_{0,3} \frac{HCO_3 96}{(Na+K) 37 Mg 33 Ca 30}$	"-" СКВ.91
35,0-60,0	$\frac{10,0}{160}$	$\frac{22,8}{1,7}$	39,8	Сведений нет	"-" СКВ.108
59,4-75,0	$\frac{6,0}{162}$	$\frac{2,0}{0,5}$		То же	"-" СКВ.131
40,0-50,0	$\frac{9,0}{164}$	$\frac{3,3}{1,0}$		"-"	Кадастр буровых на воду сква- жин, лист 0-36-Г (1966- 1972 гг.), 1973 г., СКВ.2226
42,0-50,0	$\frac{15,0}{15,5}$	$\frac{2,5}{1,0}$	15,3	$M_{0,4} \frac{HCO_3 95}{Ca 58 Mg 26 (Na+K) 16}$	Семеновско и др., 1967 г., СКВ.140

I	2	3	4	5	6
17, д.Починок, 1954	П-4	<u>165</u> 50,0	C ₂ pd-мб	Известняки	<u>38,5</u> 11,5
18, Борисовский стеклольный завод	Ш-I	<u>180</u> 70,0	C ₁ pr	То же	<u>48,5</u> 21,5
19, д.Жилотково, 1960	Ш-I	<u>176</u> 45,0	C ₁ pr	"-	<u>25,0</u> 20,0
20, ст.Леонтьево, 1966	Ш-2	<u>168</u> 78,2	C ₁ pr	"-	<u>55,0</u> 23,2
21, д.Леонтьево, 1966	Ш-2	<u>168</u> 34,0	fg _{II-III} мв-в	Пески	<u>24,4</u> 4,6
22, пос.Красно- майский, 1966	Ш-2	<u>165</u> 360,0	(C ₁ ok-tr.)+C ₁ pr	Известняки	<u>32,0</u> 96,6
22, пос.Красно- майский, 1965	Ш-2	<u>165</u> 360,0	D ₃ +C ₁ xv	Доломиты	<u>194,6</u> 18,1
23, пос.Остров Лисий, 1960	Ш-2	<u>165</u> 69,4	C ₁ pr	Известняки	<u>59,0</u> 10,4
24, г.Вышний Волочек, 1929	Ш-3	<u>157</u> 59,7	C ₁ pr	То же	<u>45,7</u> 14,0

7	8	9	10	II	I2
38,5-50,0	$\frac{12,0}{153}$	$\frac{1,7}{0,4}$		$M_{0,3} \frac{HCO_3^{94}}{Ca63 \text{ Mg}26 (Na+K)11}$	Семеновко и др., 1967г., СКВ.155
	$\frac{6,0}{174}$	$\frac{1,7}{0,0}$		$M_{0,2} \frac{HCO_3^{97}}{Ca73 \text{ Mg}16 (Na+K)10}$	То же, СКВ.157
25,0-45,0	$\frac{12,0}{164}$	$\frac{2,7}{0,3}$		$M_{0,1} \frac{HCO_3^{87}}{Ca75 \text{ Mg}19}$	-"- СКВ.160
55,0-78,2	$\frac{6,0}{162}$	$\frac{14,3}{2,9}$	10,3	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{97}}{Ca60 \text{ Mg}29}$	-"- СКВ.170
24,4-29,0	$\frac{8,0}{160}$	$\frac{0,5}{5,7}$	1,7	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{97}}{Ca67 \text{ Mg}19 (Na+K)13}$	-"- СКВ.171
41,0-122,8	$\frac{3,0}{162}$	$\frac{16,7}{3,5}$	6,5	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{82} Cl11}{Ca46 \text{ Mg}27 (Na+K)27}$	-"- СКВ.183
194,6-212,7	$\frac{+7,0}{172}$	$\frac{1,6}{}$		Сведений нет	-"- СКВ.183
59,0-69,4	$\frac{2,0}{163}$	$\frac{1,0}{0,6}$		То же	-"- СКВ.196
45,7-59,7	$\frac{+0,5}{157,5}$	$\frac{13,7}{}$		-"-	-"- СКВ.242

I	2	3	4	5	6
25, г.Вышний Волочек, 1958	III-3	<u>166</u> 25,5	г. II-III ^{ms-v}	Пески	<u>9,0</u> 14,0
26, г.Вышний Волочек, 1958	III-3	<u>159</u> 32,0	C ₂ kб	Известняки	<u>17,5</u> 14,5
27, г.Вышний Волочек, 1956	III-3	<u>164</u> 32,3	C ₂ kб	То же	<u>21,0</u> 11,3
28, д.Никольская Слобода, 1962	III-3	<u>170</u> 27,0	C ₂ kб	-"-	<u>19,5</u> 7,5
29, с.Старое, 1961	III-3	<u>195</u> 70,7	C ₂ kб	-"-	<u>50,0</u> 20,7
30, д.Осечно, 1966	III-4	<u>166</u> 122,5	C ₁ px	-"-	<u>109,5</u> 13,0
31, Осеченское озеро, 1962	III-4	<u>163</u> 21,3	C ₂ pd-mб	-"-	<u>15,7</u> 5,6
32, д.Власовка, 1968	IV-I	<u>242</u> 60,0	C ₂ kб	-"-	<u>50,0</u> 10,0
33, с.Первятино, 1964	IV-I	<u>258</u> 36,0	C ₂ kб	-"-	<u>19,0</u> 17,0

7	8	9	10	II	I2
	<u>5.0</u> I6I	<u>0.3</u> I,9	4, I	Сведений нет	Семеновко и др., 1967ф, СКВ.243
17,5-32,0	<u>1.0</u> I58	<u>5.5</u> I,0		$M_{0,3} \frac{HCO_3^{95}}{Ca64 \text{ Mg}25 (Na+K)10}$	То же, СКВ.248
	<u>4.0</u> I60	<u>2.0</u>		$M_{0,3} \frac{HCO_3^{95}}{Ca58 \text{ Mg}30 (Na+K)12}$	"-" СКВ.253
22,5-27,0	<u>10.0</u> I60	<u>1.2</u> 0,0		$M_{0,3} \frac{HCO_3^{52} NO_3^{18} Cl16 \text{ SO}_4^{13}}{Ca55 \text{ Mg}33 (Na+K)12}$	"-" СКВ.255
50,0-70,7	<u>35.0</u> I60	<u>1.6</u> I,0	28,6	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{94}}{Ca61 \text{ Mg}30}$	"-" СКВ.293
110,0-122,5	<u>2.0</u> I64	<u>0.3</u> 10,0	0,26	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{96}}{Ca62 \text{ Mg}35}$	"-" СКВ.297
15,7-21,3	<u>0.3</u> I63	<u>10.7</u> I,3	85,5	Сведений нет	"-" СКВ.314
56,0-60,0	<u>28.0</u> 214	<u>2.8</u> 6,0		То же	Кадастр бу- ровых на во- ду скважин, лист 0-36-Г' (1966- -1972 гг.), 1973 г., СКВ.2254
30,5-36,0	<u>19.0</u> 239	<u>1.6</u> 2,5	5,0	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{93}}{Ca56 \text{ Mg}34 (Na+K)10}$	Семеновко и др., 1967ф, СКВ.323

I	2	3	4	5	6
34, д. Кузнециха, 1965	IУ-2	<u>167</u> 91,4	C ₁ pr	Известняки	<u>35,8</u> 26,6
35, д. Башково, 1961	IУ-2	<u>235</u> 88,0	C ₂ kб	То же	<u>72,5</u> 15,5
36, д. Плотино, 1965	IУ-2	<u>191</u> 76,3	C ₂ kб	—"	<u>17,0</u> 29,0
37, д. Федово, 1961	IУ-3	<u>191</u> 57,0	C ₂ kб	—"	<u>46,0</u> 11,0
38, в 1,6 км се- веро-западнее д. Починок, 1965	IУ-3	<u>162</u> 49,7	rg _{I-II} ok-dn	Пески	<u>37,5</u> 12,2
39, д. Павлово, 1965	IУ-3	<u>206</u> 126,0	C ₁ pr	Известняки	<u>114,0</u> 12,0
40, д. Ширибушево, 1964	IУ-4	<u>177</u> 50,0	C ₂ pd-мб	То же	<u>36,0</u> 14,0
41, д. Пестово, 1965	IУ-4	<u>155</u> 314,0	C ₁ pr	—"	<u>78,2</u> 34,3
41, д. Пестово, 1965	IУ-4	<u>155</u> 314,0	D ₃ + C ₁ zv	Доломиты	<u>214,4</u> 45,6
42, д. Вешки, 1966	IУ-4	<u>173</u> 40,0	C ₂ pd-мб	Известняки	<u>35,0</u> 5,0

7	8	9	10	II	I2
42,0-62,2	$\frac{+2,0}{I69}$	$\frac{I3,3}{I,0}$		$M_{0,2} \frac{HCO_3^{95}}{Ca51 Mg38}$	Семеновко и др., 1967г., СКВ.330
72,5-88,0	$\frac{6I,0}{I74}$	$\frac{2,0}{I,0}$	10,7	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{97}}{Ca56 Mg38}$	То же, СКВ.354
17,0-46,0	$\frac{+5,0}{I96}$	$\frac{I,6}{3,9}$	1,66	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{96}}{Ca62 Mg33}$	"-" СКВ.362
	$\frac{25,0}{I66}$	$\frac{I,4}{2,0}$		$M_{0,3} \frac{HCO_3^{97}}{Ca52 Mg45}$	"-" СКВ.365
42,0-47,5	$\frac{+2,0}{I64}$	$\frac{0,06}{I6,3}$	0,03	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{97}}{Ca57 Mg33 (Na+K)10}$	"-" СКВ.380
110,0-126,0	$\frac{45,0}{I6I}$	$\frac{2,2}{2,0}$		Сведений нет	"-" СКВ.396
38,0-50,0	$\frac{24,0}{I53}$	$\frac{2,1}{2,0}$	5,34	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{95}}{Ca64 Mg30}$	"-" СКВ.402
78,2-112,5	$\frac{+13,0}{I68}$	$\frac{4,0}{I,0}$		$M_{0,3} \frac{HCO_3^{94}}{Mg41 Ca34 (Na+K)24}$	"-" СКВ.432
222,0-260,0	$\frac{+12,0}{I67}$	$\frac{0,4}{5I,2}$	0,006	$M_{1,4} \frac{SO_4^{53} HCO_3^{24} Cl^{23}}{Ca45 (Na+K)28 Mg26}$	"-" СКВ.432
37,0-40,0	$\frac{20,0}{I53}$	$\frac{3,3}{I,0}$		Сведений нет	"-" СКВ.434

РЕЕСТР ОПОРНЫХ КОЛОДЕЗЕЙ
КАРТЕ ЛИСТА

№ на карте, местоположение	Индекс клетки на карте	Абсо- лют- ная отмет- ка устья, м Глуби- на, м	Индекс водо- носного горизонта	Литоло- гический состав водонос- ящих пород	Уровень воды: глубина, м абсолютная отметка, м
I	2	3	4	5	6
1, д.Подол,	I-I	<u>174</u> 5,7	8Q _{III} ^v	Супеси	<u>3,0</u> 171,0
2, д.Семиллово	I-2	<u>159</u> 3,6	8Q _{III} ^{v8}	Пески	<u>2,0</u> 157,0
3, д.Пальцево	I-2	<u>165</u> 2,0	8Q _{III} ^v	То же	<u>1,0</u> 164,0
4, д.Барское	II-I	<u>168</u> 4,5	8Q _{III} ^v	"-	<u>3,0</u> 165,0
5, д.Осиновик	II-4	<u>157</u> 2,0	8Q _{III} ^v	"-	<u>1,0</u> 156,0
6, д.Дорки	III-2	<u>176</u> 6,2	8Q _{III} ^{v8}	"-	<u>4,0</u> 172,0
7, д.Рвеницы	III-2	<u>166</u> 3,0	8Q _{III} ^{v8}	"-	<u>2,0</u> 164,0

К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ

0-36-XXIII

Дебит, л/сек Пони- жение, м	Ковф- фи- циент фильт- рации, м/сутки	Формула химического состава воды, %-экв	Откуда заимствованы данные
7	8	9	10
$\frac{0,01}{1,4}$	0,18	$M_{0,4} \frac{HCO_3 57 Cl 27 SO_4 16}{Ca 62 Mg 30}$	Семеновко и др., 1967ф, колодец 1500а
$\frac{0,1}{1,0}$	5,1	$M_{0,5} \frac{HCO_3 35 NO_3 29 Cl 25 SO_4 10}{Ca 55 (Na+K) 21 Mg 14}$	То же, колодец 449I
$\frac{0,2}{1,0}$	0,6	$M_{0,7} \frac{HCO_3 60 Cl 31}{Ca 65 (Na+K) 21 Mg 14}$	"-" колодец 1388
$\frac{0,03}{1,0}$	1,3	$M_{0,2} \frac{HCO_3 84}{Ca 75 Mg 15 (Na+K) 10}$	"-" колодец 2082
$\frac{0,02}{0,7}$	1,4	$M_{0,7} \frac{HCO_3 61 Cl 19 NO_3 12}{Ca 53 (Na+K) 33 Mg 14}$	"-" колодец 4357а
$\frac{0,1}{1,2}$	5,0	$M_{0,4} \frac{Cl 45 HCO_3 27 NO_3 16 SO_4 11}{Ca 43 (Na+K) 41 Mg 16}$	"-" колодец 3а
$\frac{0,4}{1,0}$	16,8	$M_{0,3} \frac{HCO_3 46 NO_3 25 SO_4 15 Cl 14}{(Na+K) 44 Ca 37 Mg 19}$	"-" колодец 2042

I	2	3	4	5	6
8, г.Вышний Волочек	III-3	<u>156</u> 4,0	a,1q _{IV}	Пески	<u>2.0</u> 154,0
9, с.Терелесово	III-3	<u>168</u> 4,4	rq _{III} ^{v8}	Пески с гра- вием и галь- кой	<u>2.0</u> 166,0
10, д.Белый Омут	III-3	<u>160</u> 2,6	a,1q _{IV}	Пески	<u>1.0</u> 159,0
11, д.Тверстянка	III-4	<u>159</u> 3,0	rq _{III} ^{v8}	—"	<u>2.0</u> 157,0
12, д.Полберезье	IV-2	<u>220</u> 1,6	gq _{II} ^{ms}	—"	<u>0.2</u> 219,8
13, д.Выходцы	IV-3	<u>195</u> 1,7	gq _{II} ^{ms}	—"	<u>0.6</u> 194,4
14, д.Гширино	IV-3	<u>213</u> 1,9	gq _{II} ^{ms}	—"	<u>0.3</u> 212,7
15, д.Вязмиха	IV-4	<u>178</u> 2,4	gq _{II} ^{ms}	Пески с гра- вием и галь- кой	<u>0.3</u> 177,7
16, д.Стар. Лукино	IV-4	<u>166</u> 5,6	gq _{II} ^{ms}	Супеси	<u>2.0</u> 164,0
17, с.Выдропужок	IV-4	<u>155</u> 5,0	a,1q _{III}	Пески	<u>3.0</u> 152,0

7	8	9	10
$\frac{0,01}{I, I}$	0,4	$M_{1,0} \frac{NO_{3,41} Cl_{123} SO_{4,21} HCO_{3,14}}{(Na+K)48 Ca36 Mg16}$	Семеновко и др., 1967ф, колодец 2166а
$\frac{I,3}{I,0}$	52,7	$M_{0,4} \frac{HCO_{3,60} SO_{4,16} NO_{3,14} Cl_{12}}{Ca65 (Na+K)19 Mg15}$	То же, колодец 4530а
$\frac{0,2}{I,0}$	10,4	$M_{0,6} \frac{NO_{3,39} Cl_{127} HCO_{3,24} SO_{4,10}}{Ca45 (Na+K)38 Mg17}$	—" колодец 3308
$\frac{0,2}{I,0}$	13,4	$I_{0,2} \frac{NO_{3,44} HCO_{3,22} SO_{4,20} Cl_{13}}{(Na+K)58 Ca27 Mg15}$	—" колодец 4303
$\frac{0,2}{0,7}$	5,4	$M_{0,6} \frac{Cl_{159} HCO_{3,37}}{Ca63 (Na+K)21 Mg15}$	—" колодец 2102
$\frac{0,2}{0,8}$	5,6	$M_{0,5} \frac{HCO_{3,76} Cl_{114} SO_{4,10}}{Ca71 Mg20}$	—" колодец 4252
$\frac{0,03}{I, I}$	2,9	$M_{0,4} \frac{HCO_{3,79} Cl_{12}}{Ca47 Mg27 (Na+K)26}$	—" колодец 4236
$\frac{0,4}{I, I}$	14,4	$M_{0,2} \frac{HCO_{3,73} Cl_{115}}{Ca61 Mg31}$	—" колодец 4269
$\frac{0,02}{I,2}$	0,6	$M_{1,3} \frac{HCO_{3,55} Cl_{127} NO_{3,10}}{(Na+K)46 Ca38 Mg15}$	—" колодец 3296
$\frac{0,3}{I,0}$	4,8	$M_{0,2} \frac{HCO_{3,80} Cl_{111}}{Ca73 Mg18}$	—" колодец 4280

РЕЕСТР ОПОРНЫХ
КАРТЕ

№ на карте и местоположение	Индекс клетки на карте	Абсолют- ная от- метка выхода воды, м	Тип родников	Индекс водоносного горизонта
I	2	3	4	5
I, д.Подол	П-2	I52	Восходящий	C ₁ pr
2, с.Нов.Заречье	П-2	I60	То же	C ₁ pr
3, у д.Лушиково	IУ-I	20I	-"-	C ₂ kб
4, д.Черенцово	IУ-I	I90	-"-	сQ _{II} ms
5, д.Сушино	IУ-I	207	-"-	C ₂ kб
6, д.Власовка	IУ-I	262	Нисходящий	сQ _{II} ms
7, руч.Горуцкий	IУ-2	249	Восходящий	сQ _{II} ms
8, д.Гирино	IУ-3	I89	То же	сQ _{II} ms
9, д.Холохольня	IУ-4	I53	-"-	C ₂ pd-мб

РОДНИКОВ К ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКОЙ

ЛИСТА 0-36-XXIII

Литологический состав бодовмещающих пород	Дебит, л/сек	Формула химического состава воды, % экв	Откуда заимствованы данные
6	7	8	9
Известняки	0,6	$M_{0,4} \frac{HCO_3^{91}}{Ca58 \ Mg26 \ (Na+K)16}$	Семеновко и др., 1967ф, родник 4004
То же	0,5	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{83}}{Ca62 \ Mg23 \ (Na+K)12}$	То же, родник 3040
"-	~2,0	Не опробовался	"-" родник 4153
Пески	0,05	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{91}}{Ca68 \ Mg29}$	"-" родник 4148
Известняки	0,6	$M_{0,2} \frac{HCO_3^{94}}{Ca56 \ Mg41}$	"-" родник 4151а
Пески	3,0	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{95}}{Ca72 \ Mg20}$	"-" родник 1128
То же	0,03	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{90}}{Ca75 \ Mg16}$	"-" родник 1103
"-	0,5	$M_{0,4} \frac{HCO_3^{89}}{Ca73 \ Mg22}$	"-" родник 4241
Известняки	0,2	Не опробовался	"-" родник 231

1	2	3	4	5
Ю, д.Иевцево	Ю-4	152	Восходящий	С ₂ рд-мб
II, д.Бабье	Ю-4	150	Нисходящий	С ₂ рд-мб

6	7	8	9
Известняки	~0,06	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{96}}{Ca66 \ Mg26}$	Семеновко и др., 1967ф, родник 1196
—"	0,07	$M_{0,3} \frac{HCO_3^{94}}{Ca61 \ Mg30}$	То же, родник 216

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	3
Геологическое строение	10
Геоморфология и физико-геологические явления	17
Подземные воды	22
Литература	75
Приложения	78

В книге пронумеровано 96 стр.

Редактор Е.М.Розановская

Технический редактор Е.Н.Яснова

Корректоры А.А.Попова, О.И.Шавелева

Сдано в печать 29/ХП 1978 г. Подписано к печати 23/II 1979 г.

Тираж 200 экз. Формат 60х90/16 Печ.л. 6,0 Заказ 576 с

Центральное специализированное производственное
хозрасчетное предприятие
Всесоюзного геологического фонда