

runoff of urban area for period 1995-2000 years computed. Increased concentration of iron are defined mainly by action of natural factors (more than 95 %). The high level of the oil contents and BCO5 in river waters of Ob river basin has relations with economic activity, actually atmospheric hydrocarbon pollution.

УДК 551.243(086.5):539.16.002.68

ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СЕВЕРСКОЙ ПЛОЩАДИ

Черняев Е.В., Кошкарев В.Л., Колмакова О.В.,
Седельников А.Ю., Рычкова И.В.

На основе результатов проведенных полевых работ и комплексного анализа геологических и геофизических материалов обосновывается геолого-геофизическая модель Северной площади. Произведено расчленение стратиграфического разреза, дано геологическое обоснование водоносных комплексов и горизонтов. Выделены долгоживущие конседиментационные разрывные нарушения и зоны трещиноватости нескольких порядков, структурные блоки и впадины. Установлена фациальная изменчивость отложений, обусловленная развитием блоков и ограничивающих их разломов. Определены структурно-литологические условия подземного захоронения жидких радиоактивных отходов Сибирского химического комбината.

Введение

Захоронение жидких радиоактивных отходов осуществляется на Сибирском химическом комбинате с 1963 года в соответствии со стратиграфо-литологической моделью, разработанной в результате изыскательских работ 60-х годов. За прошедшие десятилетия на площади захоронения отходов был выполнен значительный объем геологических, геофизических и гидрогеологических работ, однако обобщающих исследований, позволяющих объединить существующую информацию и уточнить условия захоронения отходов, не проводилось. С 1996 года коллективом Геоцентра Томского политехнического университета проводятся комплексные геологические, геофизические и геохимические исследования на территории южной части Томской области, включающей Томско-Каменский выступ палеозойского фундамента и юго-восточную окраину Западно-Сибирской плиты. В течение последних 4-х лет эти исследования проводились непосредственно на площади, включающей полигон захоронения жидких радиоактивных отходов и водозаборы г.г. Северска и Томска. Эта территория названа нами Северной площадью.

Построение модели базируется на материалах полевых геофизических работ на площади 300 км², результатах компьютерной обработки данных по 200 скважинам пробуренным на Северной площади и еще 2000 скважинам в Томском районе, а также на материалах предшественников.

Северская площадь располагается в зоне сочленения молодой Западно-Сибирской плиты с Колывань-Томской зоной Алтае-Саянской складчатой области. В истории геологического развития района выделяется два геотектонических цикла: верхнепалеозойский (позднегерцинский) и мезозойско-кайнозойский, образования которых слагают соответственно нижний и верхний структурные этажи [5]. Нижний структурный этаж представлен Томско-Каменским выступом палеозойского фундамента, слагаемым дислоцированными терригенными

породами палеозоя и дайками основного состава триасового возраста. Верхний структурный этаж складывается мезозойско-кайнозойскими платформенными отложениями чехла, залегающими на склоне Томско-Каменского выступа. В составе верхнего структурного этажа выделяется два подэтажа – верхний и нижний. Нижний подэтаж представлен осадками мезозойского возраста, залегающими в западной части площади исследований. Верхний подэтаж представлен осадками кайнозойского возраста, покрывающими сплошным чехлом всю площадь.

Склон Томско-Каменского выступа на Северной площади представлен тремя блоками 1 порядка, в виде ступеней последовательно погружающихся в запад-северо-западном направлении: Томским, Усть-Киргизским и Северским (рис. 1, 2). Эти блоки разделяются разломами 1 порядка – Городским и Северским. Разрывные нарушения относятся к продольным долгоживущим разломам верхнепалеозойского возраста, развивающимся в коллизионной обстановке вначале как структуры взбросо-надвигового типа, а на завершающей стадии как левосторонние сдвиги с амплитудой перемещений около 0,5-2,5 км. В мезозое-кайнозое разломы развиваются как конседиментационные сбросы-взбросы с суммарной амплитудой погружения висячих крыльев около 100-150 м.

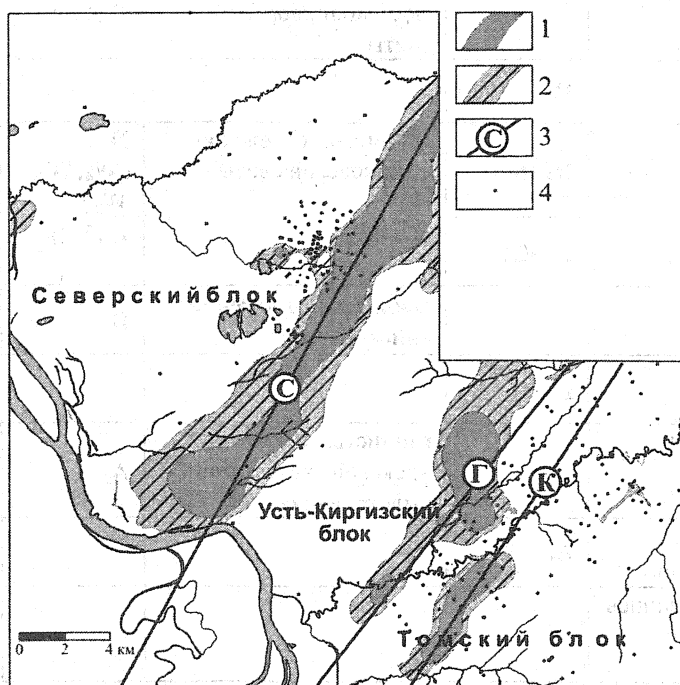


Рис. 1. Карта градиента абсолютных отметок кровли палеозойского фундамента северной части Томского района

1-2 - значения градиента абсолютных отметок кровли палеозойского фундамента (1 - 40 м/км, 2 - 30 м/км); 3 - основные разломы (С - Северский, Г - Городской, К - Котнинский); 4 - буровые скважины

Водоносные комплексы и литологические горизонты Северной площади

Наличие двух структурных этажей, а в верхнем этаже двух подэтажей, определило двухярусность гидрогеологического разреза и условия захоронения отходов. В нижнем этаже развиты трещинно-пластовые воды зон трещиноватости и линейных зон разломов. Верхний этаж в гидрогеологическом отношении представляет собой склон артезианского бассейна с этажным чередованием водоносных горизонтов и водоупоров, с развитием в них в основном пластово-поровых гравитационных и пластово-поровых связанных типов вод, а также трещинно-пластовых вод в выявленных зонах трещиноватости и зонах разломов. Стратиграфический разрез верхнего структурного этажа подразделяется на свиты, которые по своим технологическим и гидрогеологическим особенностям объединяются в 4 водоносных комплекса [2, 4, 1] (Табл. 1).

Таблица 1

Водоносные комплексы и горизонты

Водоносный комплекс	Водоносный горизонт	Индекс	Водоупорный горизонт	Индекс
четвертично-верхнеолигоценовых отложений	четвертичных террасовых отложений, кочковской и лагернотомской свит	VI		
палеогеновых отложений			глинистых отложений верхней части новомихайловской свиты	G
	песчаных отложений атлымской и нижней части новомихайловской свит	V		
			глинистых отложений кусковской свиты	F
	песчаных отложений кусковской свиты	IV a		
меловых отложений			глин люлинворской свиты	E (W ₅)
	песчаных отложений сымской свиты	IV		
	песчаных отложений симоновской свиты	III (K ₂)	глинистых отложений симоновской свиты	D (W ₄ , W ₃ , W ₂)
		II (K ₁)		
			глинистых отложений кийской свиты	B
	песчаных отложений кийской свиты	I		
			глинистых отложений илекской свиты и кор выветривания	A ₂
песчаных и гравийных отложений илекской свиты	A ₁			
палеозойского фундамента	зон трещиноватости сланцев в разломах и дайковых поясах			

Водоносный комплекс четвертично-верхнеолигоценовых отложений приурочен к современным озерно-болотным и пойменным отложениям, верхне-четвертичным аллювиальным отложениям, среднечетвертичным отложениям ложбин стока, отложениям кочковской и лагернотомской свит. На участках распространения третьей надпойменной террасы верхнеолигоценовые отложения лагернотомской свиты размыты и водоносный горизонт лагернотомской свиты объединяется с водоносным комплексом четвертичных отложений. Подземные воды четвертичных отложений гидравлически взаимосвязаны и образуют один водоносный комплекс, получивший в условной системе индексации СХК наименование VI водоносного горизонта. Водоносный комплекс распространен на территории района повсеместно. Мощность водоносного комплекса составляет от 5 до 25 м.

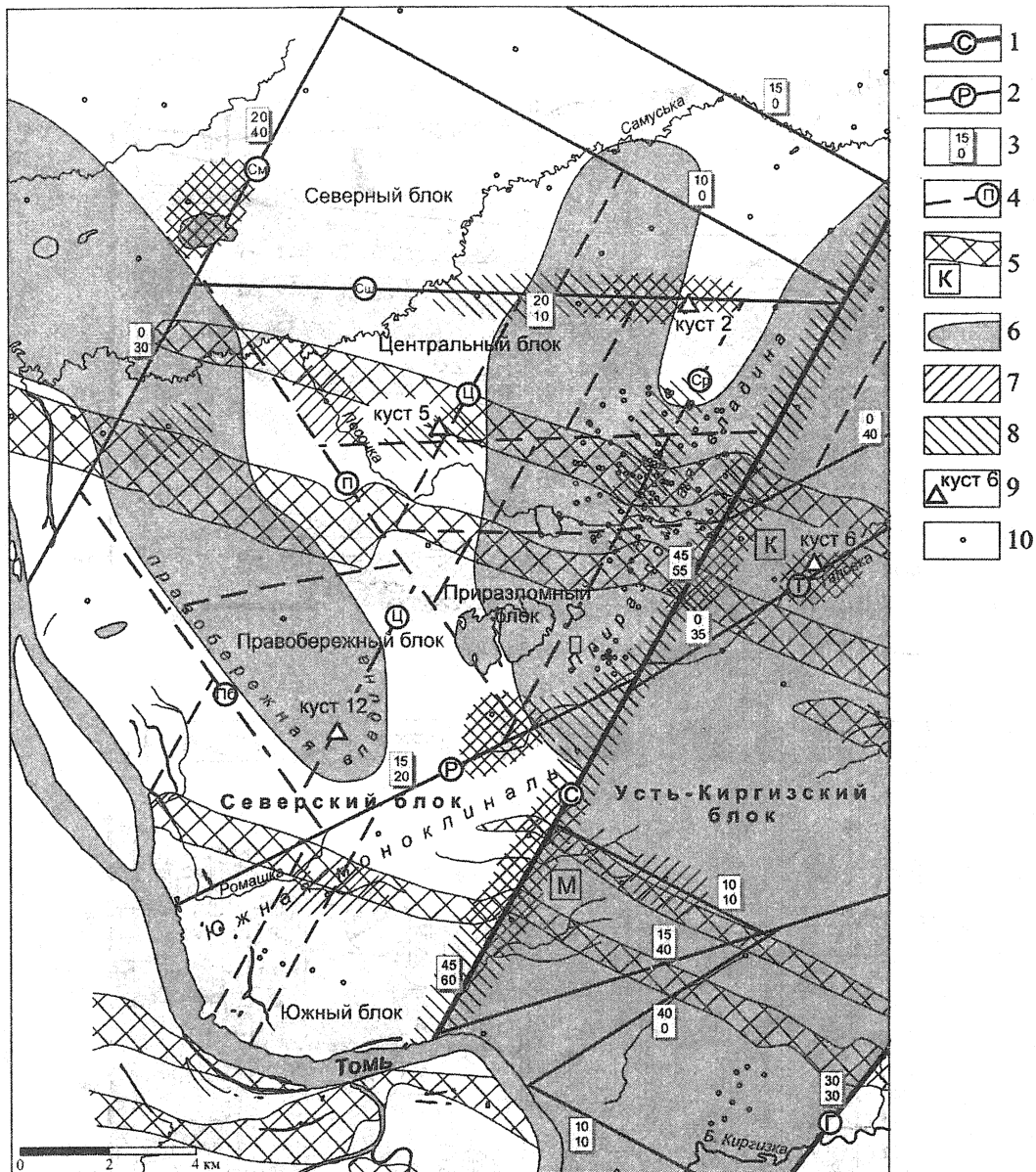


Рис. 2. Геолого-структурная карта Северной площади

1 - разломы первого порядка (С - Северский, Г - Городской); 2 - разломы второго порядка (Р - Ромашковский, Сш - Субширстный, См - Самуськинский, Т - Таловский); 3 - амплитуды перемещения блоков по разрывным нарушениям: в позднемеловую эпоху ($K_{2sp} - K_2 - P_{1st}$) (нижнее значение) и в средне- и позднепалеогеновые эпохи ($P_{2ll} - P_{3lt}$) (верхнее значение); 4 - зоны трещиноватости и зоны малоамплитудных разрывов (Пб - Правобережная, П - Песочинская, Ц - Центральная, Ср - Средняя), ограничивающие блоки с различной тектонической активностью, определяющие мощность, количество ритмов и состав рыхлых отложений; 5 - дайковые пояса томского монзонит-долеритового комплекса (βT_{1-2t}), предполагаемые по аэромагнитным данным и результатам буровых работ (К - Киргизский, М - Малоушайский), проявленные в рыхлых отложениях чехла в виде малоамплитудных зон трещиноватости; 6 - впадины мелового и палеогенового возраста, выделенные по увеличению мощностей и количества ритмов в свитах; 7 - зоны трещиноватости глин нижнемеловых отложений по данным бурения; 8 - зоны трещиноватости глин верхнемеловых отложений по данным бурения; 9 - кусты скважин; 10 - буровые скважины

В отложениях четвертично - верхнеолигоценового комплекса преобладают пески разной глинистости. В этих отложениях установлено самое высокое содержание (18%) чистых (высокоомных - КС до 1000 Омм) аллювиальных песков. Глины в отложениях четвертичной системы составляют всего 15% от объема пород.

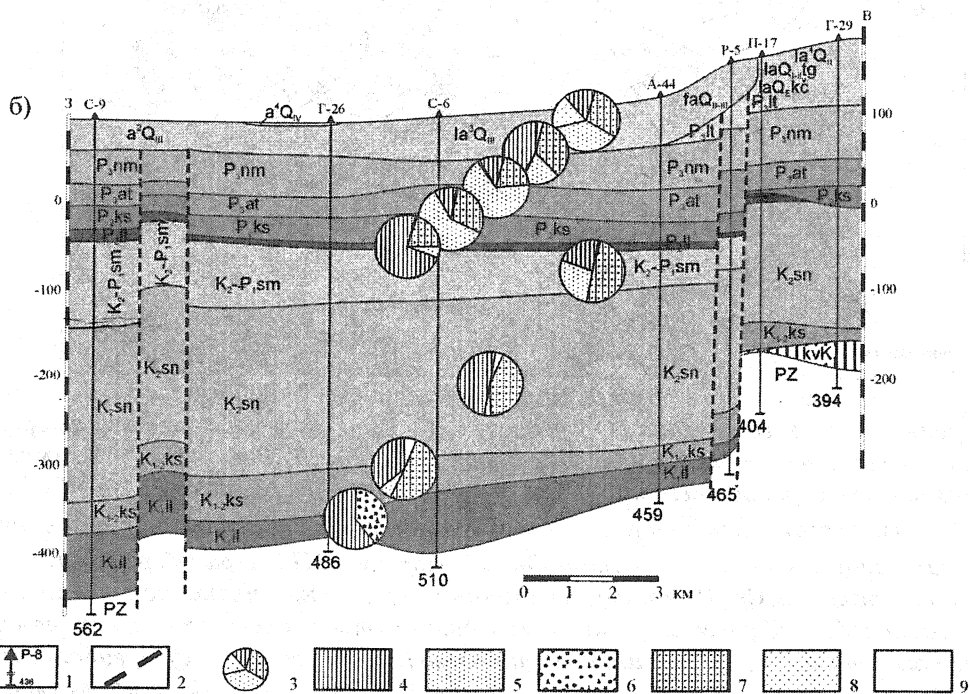
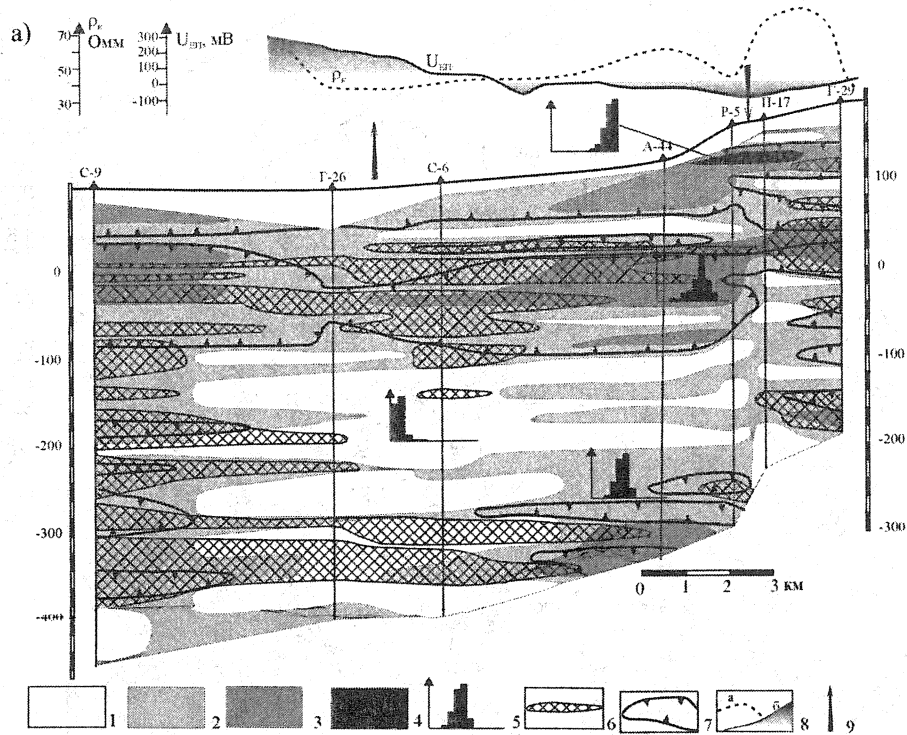


Рис. 3. Физико-геологическая модель Северской площади

а) геоэлектрический разрез: 1 – 4 – горизонты пород с разным уровнем КС: 1 – КС от 0 до 20 Омм (глины); 2 – КС от 20 до 60 Омм (суглинки); 3 – КС от 60 до 200 Омм (глинистые пески); 4 – КС выше 200 Омм (пески); 5 – гистограммы распределения КС для соответствующих пород; 6 – проницаемые горизонты - ПС ниже (-15) мВ; 7 – горизонты с повышенной дисперсией КС; 8 – графики наземной съемки: ρ_k ДЭП (а) и $U_{ЭП}$ (б); 9 – направление фильтрации, определенное по уровню естественного поля.

б) геологический разрез: 1 – скважина, ее номер и глубина; 2 – разрывные нарушения; 3 – круговые диаграммы распределения пород в свитах: 4 – глин, 5 – глинистого песка, 6 – конгломератов, песчаников, глинистых брекчий, 7 – суглинков, 8 – песка; 9 – переслаивания пород

Водоносный комплекс палеогеновых отложений распространен повсеместно, залегая на глубинах от 10-15 м на юго-востоке до 125 м на северо-западе площади. Мощность водовмещающих пород изменяется от 10-20 м вблизи границы выклинивания отложений в лежащем боку Северского разлома до 60-75 м на северо-западе территории. Водоносный комплекс приурочен к отложениям новомихайловской, атлымской, кусковской и люлинворской свит.

Новомихайловская свита представлена толщей песчано-глинистых осадков ритмичного строения. На полигонах захоронения отходов в отложениях новомихайловской свиты преобладают глины (40%) с прослоями песка. Незапесоченных глин относительно немного (рис. 3). В Усть-Киргизском блоке разрез новомихайловской свиты более песчаный.

Глины имеют шоколадно-коричневую, бурую, светло-коричневую окраску, содержат примесь гидроокислов железа, интенсивно каолинизированы. Они обогащены органическим веществом, содержат прослой погребенных почв, стволы деревьев, прослой лигнитов и бурых углей (мощностью от нескольких сантиметров до 6 м). Пески образуют слои различной мощности с примесью гравийно-галечного материала в основании, обычно мелко- и среднезернистые.

В свите выделяется до четырех ритмов осадконакопления. Максимальное количество ритмов и их мощность (4 ритма и 50 метров мощности) установлены в Правобережной и Приразломных впадинах.

Атлымская свита сложена песками, преимущественно глинистыми (67%) и глинами (12%), в основном запесоченными. Пески серого, буровато-серого цвета, кварцевые, грубо- и мелкозернистые, содержат гидроокислы железа. В

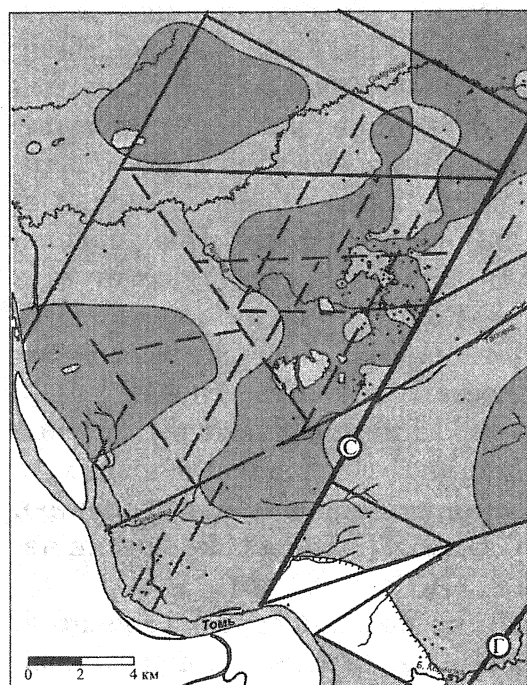


Рис. 4. Карта количества ритмов в отложениях кусковской свиты

1-2 - количество ритмов (1 - 2 ритма, 2 - 1 ритм); 3 - граница выклинивания кусковской свиты; 4 - разломы первого порядка (С - Северский, Г - Городской); 5 - разломы второго порядка; 6 - малоамплитудные зоны трещиноватости; 7 - буровые скважины

основании песков встречаются горизонты кремнистых песчаников (скв. СМ-12, 28, 30 и др.), получившие название яйского горизонта. Здесь, на участках размыва кремнистых пород, фиксируются крупнозернистые песчаники с крупными гальками кварцевого состава (скв. СМ-11, R-36, Г-8 и др.). Глины серого, зеленовато-серого цвета опоковидные, каолинизированные. В центральной части полигона захоронения отходов разрез свиты более глинистый.

В составе свиты выделяется до трех ритмов осадконакопления. Наибольшее количество ритмов отмечается в северо-западной части площади работ. В центральной и северной частях полигона обычно фиксируется два ритма осадконакопления.

Кусковская свита представлена песками, глинистыми песками (60% от мощности свиты) и

глинами (12%) (рис. 3). Количество ритмов осадконакопления колеблется от 1 до 3 и является максимальным в висячем крыле Северского разлома, что отражает беспокойную, часто меняющуюся тектоническую обстановку в Приразломном прогибе (рис. 4). Глины имеют темно-серый, коричневый цвет, содержат растительный материал, прослой лигнита мощностью до 8 м, а также включения янтаря. Пески имеют характерный темно-коричневый, черный, серый цвета. Они каолинизированные, мелкозернистые. В основании свиты, а также в основании 2-го ритма в песчаных отложениях часто наблюдаются крупные гальки кварца. Они образуются в результате размыва кремнистых кор выветривания, формирующихся на поднятых участках (скв. СМ-11 и др.).

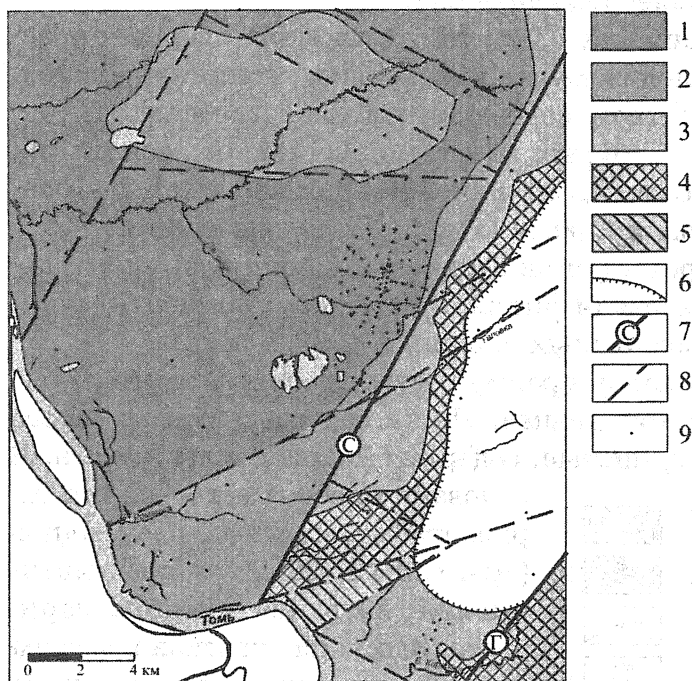


Рис. 5. Карта структурной поверхности кровли люлинворской свиты

1-5 - изогипсы структурной поверхности кровли люлинворской свиты (1 - 60 - 40, 2 - 40 - 20, 3 - 20 - 0, 4 - 0 - 20, 5 - 20 - 40 м); 6 - граница выклинивания люлинворской свиты; 7 - разломы первого порядка (С - Северский, Г - Городской); 8 - разломы второго порядка; 9 - буровые скважины

Люлинворская свита сложена глинами зелеными, плотными, листоватыми, жирными. Подобные глины характерны только для этой части разреза чехла и являются стратиграфическим репером (рис. 5). В подошве, а также в областях выклинивания свиты в ее составе появляются прослой мелкозернистого песка темно-зеленой окраски. В редких случаях (скв. СМ-6) в песке в основании свиты установлены включения галек кварца, кремней, а также мало мощные горизонты кремнистых песчаников как продуктов выветривания нижележащих континентальных отложений (скв. Сп-98). Мощность песчаных прослоев в подошве свиты достигает 2 м. Количество глины в свите по отношению к общей массе пород составляет около 70-80%. Формирование осадков свиты происходило в морских условиях, о

чем свидетельствует литология, цвет, выдержанность пород по простирацию. Это самые низкоомные глины разреза ($K_{Ccp}=7$ Омм). Люлинворские пески являются самыми глинистыми из песков палеогена ($K_{Ccp}=54$ Омм).

Глинистые горизонты новомихайловской и кусковской свит выделяются, соответственно, как водоупорные горизонты G и F, пески атлымской и нижней части новомихайловской свит - как водоносный горизонт V, песчаные отложения кусковской свиты выделяются в водоносный горизонт IVa, а глины люлинворской свиты соответствуют водоупорному горизонту E (W_5), который подстилает снизу палеогеновый водоносный комплекс. Верхний водоупорный глинистый горизонт (G) служит разделяющим водоупором между четвертичным и палеогеновым водоносными комплексами. Гидравлическая связь в водоносном комплексе осуществляется через литологические «окна».

За счет подземных вод комплекса палеогеновых отложений организован водоснабжение г. Северска, для чего сооружены два водозабора. Водозабор № 1 расположен на 2 надпойменной террасе р. Томь и эксплуатирует подземные воды отложений в основном кусковской толщ. Водозабор № 2 расположен на второй надпойменной террасе р. Томи и эксплуатирует подземные воды верхнемеловых отложений сымской свиты и палеогеновых отложений.

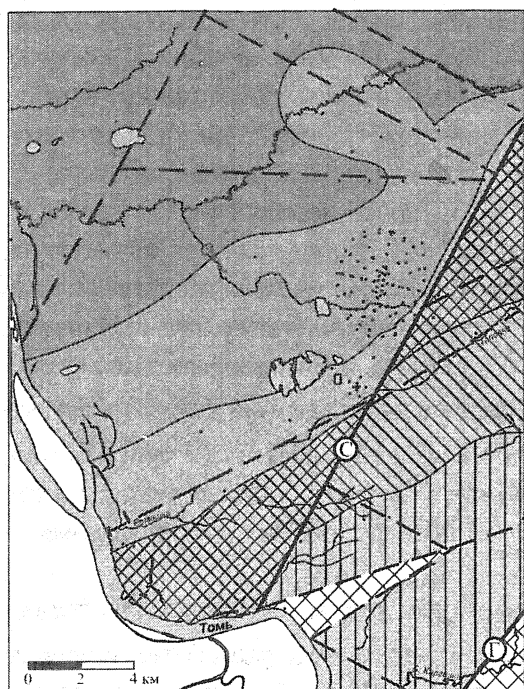
Водоносный комплекс меловых отложений включает водоносные горизонты сымской, симоновской и кийской свит.

Сымский водоносный горизонт распространен повсеместно к северу и северо-западу от р. Б. Киргизка. К юго-востоку мощность осадков уменьшается и далее горизонт выклинивается. В северной части полигона мощность отложений составляет 70-80 метров, постепенно уменьшаясь на юго-восток до 20 метров.

Сымская свита представлена преимущественно песками с редкими закономерно расположенными прослоями глин, алевроитов и глинистых брекчий. В процентном соотношении пески сымской свиты преобладают над глинами и составляют около 80%, из них около трети представлено глинистыми песками, две трети – суглинками. В отложениях сымской свиты много (28%) глинистого песка, но пески сымской свиты менее глинистые, чем нижележащие пески симоновской и кийской свит. Они имеют светло-серые, голубовато-серые, буровато-серые, зеленоватые цвета. Пески от грубо до мелкозернистых, часто каолинизированы, сидеритизированы. В основании песков встречаются гальки кварца и глинисто-сидеритовых пород (скв. R-36). Глины составляют около 20% пород свиты (рис.3). Они в основном запесоченные и имеют темно-серые, зеленовато-серые, охристо-красные, охристо-желтые цвета, часто ожелезнены, жирные. В отложениях свиты встречается обилие обуглившихся растительных остатков и лигнит.

На полигонах захоронения ЖРО отложения сымской свиты относятся к буферному горизонту IV.

Симоновский водоносный горизонт прослеживается повсеместно за исключением крайней юго-восточной части в области поднятия палеозойского фундамента (рис.6). На севере и западе площади мощность симоновского горизонта достигает 200 метров (скв. Г-15). На юго-востоке в Усть-Киргизском блоке мощность наименьшая и составляет



- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 | <ul style="list-style-type: none"> 1 - 350 - 300 2 - 300 - 250 3 - 250 - 200 4 - 200 - 150 5 - 150 - 100 6 - 100 - 50 7 - 50 - 0 м 8 - разломы первого порядка (С - Северский, Г - Городской) 9 - разломы второго порядка 10 - буровые скважины |
|---|---|

Рис. 6. Карта структурной поверхности подошвы симоновской свиты
1-7 - изогипсы структурной поверхности подошвы симоновской свиты (1 - 350 - 300, 2 - 300 - 250, 3 - 250 - 200, 4 - 200 - 150, 5 - 150 - 100, 6 - 100 - 50, 7 - 50 - 0 м); 8 - разломы первого порядка (С - Северский, Г - Городской); 9 - разломы второго порядка; 10 - буровые скважины

Свита ложена сложена песками с примесью глинистого материала и глинами, ритмично сменяющимися друг друга в соотношении 1:1. Пески разнозернистые, имеют серый, голубовато-зеленоватый, грязно-желтые цвета, сидеритизированы, иногда пиритизированы. В них отмечаются растительные остатки, лигнит и янтарь (скв. R-10). Глины интенсивно каолинизированы и имеют пестроцветную окраску: темно-серую, зеленовато-серую, белесую, кирпично-красную, голубоватую, охристую и содержат гидроокислы железа. Присутствуют как чистые, так и запесоченные глины. Пески преимущественно высокоглинистые ($K_{Ccp}=38$ Омм), что обуславливает их значительную сорбционную емкость по отношению к радионуклидам и определяет надежность геохимического барьера, препятствующего латеральной и вертикальной миграции элементов-загрязнителей.

В симоновской свите выделяется до шести ритмов осадконакопления. Наибольшее количество ритмов выявляется в северной и западной частях изученной площади за пределами полигона. Наименьшее число ритмов отмечается в юго-восточной части территории в поднятом Усть-Киргизском блоке. Количество ритмов на полигоне уменьшается к северу и юго-востоку и является максимальным в его центральной части. Каждый ритм обычно начинается грубозернистыми песками с гальками кварцевого (скв. С-3, R-1, 3б, 6, Сн-98) и сидеритового состава, а также песчаниками и гравийниками в основании и завершается комковатыми, плотными и вязкими глинами большой мощности. Ритмы указывают на смену осадков аллювиального генезиса отложениями озерно-болотного типа. Обычно средние ритмы свиты (третий и четвертый) продолжительнее по времени первых и последних. Внутри ритмов фиксируются более мелкие ритмы второго и даже третьего порядка, отражающие волновой характер осадконакопления и фиксирующие фаціальную изменчивость пород.

Осадки нижнего ритма, преимущественно песчаного состава, относятся к водопроницаемому горизонту II, в который производится закачка промыслов. Пески второго ритма, имеющие в центральной части площади сравнительно постоянную мощность, относятся к коллектору III, который также служит для захоронения ЖРО. В его составе отмечаются глинистые прослои, на долю которых на отдельных участках приходится до 50% от общей мощности горизонта. Глины, залегающие в верхней части нижнего ритма, как правило, относятся к водоупорному горизонту С, а существенно глинистые отложения свиты в ритмах 3, 4 и 5, объединяются в основной водоупорный горизонт D, который отделяет коллекторы II и III от вышележащих горизонтов.

Анализ физических свойств рыхлых отложений, комплексная обработка каротажных данных и результатов документации позволили выделить в разрезе симоновского и сымского водоносных горизонтов литологические тела существенно глинистого (водоупоры W_2, W_3, W_4) и песчаного состава (коллекторы K_1 и K_2). Последующая обработка каротажных данных путем построения погоризонтных срезов с интервалом через 2 м, схем изопакит суммарной мощности, структурных поверхностей подошвы и кровли выделенных литологических горизонтов позволила проследить изменение их морфологии в разрезе и по латерали (рис. 7).

Водоупорный горизонт W_1 находится на глубинах в абсолютных отметках от 273 до 243 м. В стратиграфическом отношении водоупор относится к низам симоновской свиты. Мощность глин достигает 25 м. Водоупор располо-

жен в Центральном, Северном и частью в Приразломном блоке Северной площади. Площадь водоупорного горизонта W_1 составляет 60 км². В скважине С-6 наблюдается раздвиг горизонта и мощность глин здесь максимальна. На полигонах удаления ЖРО мощность глин W_1 относительно невысока и составляет около 10 м. Песчаных окон в водоупоре не встречено.

Водоупорный горизонт W_2 находится на глубинах в абсолютных отметках от -223 до -187 м. В стратиграфическом отношении горизонт относится к симоновской свите. Основное тело водоупора располагается в Правобережном и Центральном блоках и простирается параллельно зоне Северского разлома. Площадь водоупорного горизонта составляет 225 км². Это самый крупный водоупорный горизонт Северной площади. Мощность горизонта максимальна в местах, где кровля и подошва горизонта ведут себя согласно. Максимальную мощность горизонта (более 32 м) наблюдается в центральной части площади в скважинах С-6 и Сн-93. В пределах полигонов удаления ЖРО мощность глин составляет от 6 до 32 м. Песчаные окна определены вблизи выступа фундамента в скв. Г-4 и С-17 и связаны с влиянием Северского разлома и зонами трещиноватости (рис. 7).

Водоупорный горизонт W_3 находится на глубинах в абсолютных отметках от -181 м до -151 м. В стратиграфическом отношении водоупор относится к симоновской свите. Основное тело водоупора ограничено Северским, Самуськинским и Субширотным разломами. Площадь водоупорного горизонта W_3 составляет 207 км². Раздвиг горизонта наблюдается в скв. С-6, Р-24, А-38, А-37, А-56. Мощность глин в скважине С-6 превышает 28 м. В пределах полигонов удаления ЖРО мощность глин составляет от 10 до 24 м. Песчаное окно определено в скв. Сн-83 в зоне Таловского разлома.

Водоупорный горизонт W_4 находится на глубинах в абсолютных отметках от -135 до -109 м. В стратиграфическом отношении горизонт относится к верхам симоновской и низам сымской свит. Основное тело водоупора находится в Правобережном блоке, часть - в Центральном и Приразломном блоках. С севера водоупор ограничен Субширотным разломом. Площадь водоупорного горизонта составляет 156 км². Раздвиг горизонта наблюдается в скважинах Сн-93, 54, С-6 и А-44. Мощность водоупора достигает 25 м. В пределах полигонов удаления ЖРО мощность глин составляет 20 м. Песчаные окна наблюдаются в скважинах А-55, Сн-83, Г-5, С-56, что обусловлено влиянием, соответственно, Северского, Таловского и Ромашковского разломов. Скважина А-55 находится в пределах полигона удаления ЖРО вблизи зон нисходящей фильтрации.

Коллектор K_1 находится ниже водоупора W_1 на глубине ниже отметки -247 м. В стратиграфическом отношении горизонт относится к кийской и симоновской свитам и представлен в основном суглинками. Максимальную мощность (более 30 м) коллектор имеет в северной и центральных частях полигона удаления ЖРО, в скв. А-44 мощность глинистых песков достигает 12 м. Основное тело коллектора находится в Приразломном блоке и вытягивается в северо-западном направлении. Коллектор пересекается двумя зонами нисходящей фильтрации и частично попадает в Самуськинскую область восходящей фильтрации.

Коллектор K_2 находится ниже водоупора W_2 на абсолютных отметках от -239 до -173 м. В стратиграфическом отношении горизонт относится к симоновской свите. Мощность этого горизонта значительно меньше чем у нижеле-

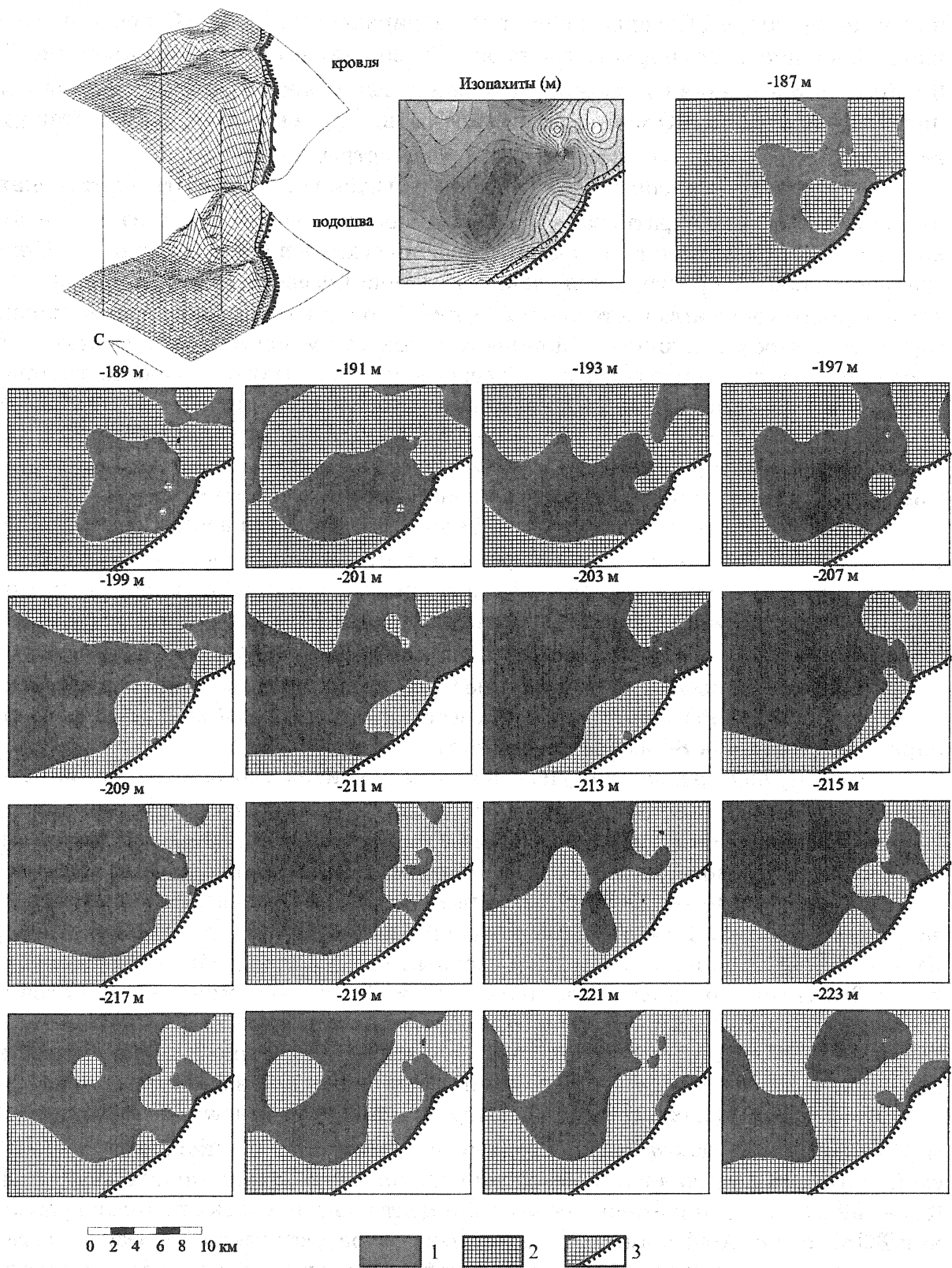


Рис.7. Морфология водоупорного горизонта W_2

1 - водоупорный горизонт; 2 - коллектор; 3 - выход палеозойского фундамента

жащего коллектора (до 26 м в пределах полигонов). Максимальную мощность коллектор имеет в южной и центральных частях полигона удаления ЖРО. Как и в нижнем коллекторе K_1 в этом горизонте преобладают суглинки. Их мощность в районе полигонов более 20 м. В границах полигонов закачки мощ-

ность слоя глинистых песков составляет от 0 до 6 м. Основное тело коллектора находится в Приразломном блоке и ограничено Северским и Ромашковым разломами. К коллектору примыкают Ромашковая и Песочинская зоны восходящей фильтрации и Средняя зона нисходящей фильтрации.

Кийский водоносный горизонт приурочен к разрезу одноименной свиты. Свита вскрывается скважинами на глубине от 192 м в скв. Г-5 до 434 м в скв. С-9. Мощность осадков кийской свиты наибольшая на севере полигонов захоронения и на севере изученной площади, она составляет здесь 60 – 70 метров. В центральной и южной частях полигона мощность отложений уменьшается до 25 – 30 метров. На юго-востоке площади, в Усть-Киргизском блоке, мощность свиты наименьшая и составляет 0 – 20 м.

Кийская свита представлена песками и глинами в соотношении 3:1, реже алевритами. Пески серого, зеленовато-серого цвета, разномерно глинистые, неравномерно глинистые, часто с глинистыми окатышами. В основании горизонтов песков отмечаются гальки кварца (скв. Г-6) и кремней, образующие иногда линзы гравия. Алевриты серого цвета, слюдяные, с прослоями серых и темно-серых пылеватых глин мощностью менее метра (обычно 10-30 см) с обугленным растительным детритом. Глины каолинизированные, сидеритизированные, очень плотные, вязкие, жирные, иногда комковатые и запесоченные, имеют серый, светло-серый, белесый, желтовато- и розовато-серый цвета с охристыми пятнами. Глины кийской свиты являются самыми высокоомными в разрезе (рис. 3). В серых и зеленовато-серых разностях отмечается тонкая горизонтальная слоистость, примесь алеврита, слюды, обилие растительного детрита, обломки обуглившейся древесины, линзы бурого угля, лигнитов и прослой зеленовато-серого песка, количество которых увеличивается к северо-западу.

Для свиты характерны участки частого переслаивания глин и песков. Расчленение разреза на таких участках затруднено - за счет близких пограничных значений сопротивлений, характерных как для глин, так и для суглинков, невозможно проинтерпретировать данные каротажа. Кривая КС часто имеет пилообразную форму. В свите выделяется до трех ритмов осадконакопления. Наибольшее количество ритмов приурочено к северо-западной части площади. В основании ритмов залегают пески, иногда алевриты с прослоями галечников и глин. Венчаются ритмы глинами с растительным детритом. Соотношение песков и глин в свите показывает, что большую часть времени образование осадков кийской свиты происходило в аллювиальных условиях, в результате чего отлагались грубозернистые осадки с галечно-гравийным материалом.

Глины, залегающие в кровле кийской свиты относятся к водоупору В и подстилают водоносный горизонт II. Глинистые породы залегают на глубинах от 190 до 435 м и имеют суммарную мощность от 5 до 50 м. По геофизическим данным водоупор В не отвечает качеству непроницаемых глин из-за низкой ПС (высокой проницаемости) этих горизонтов, сопоставимой с проницаемостью песков верхней части разреза. Нижележащая часть свиты представлена в основном песчаными отложениями и выделена в горизонт I.

Водоносный комплекс палеозойского фундамента. Палеозойские отложения выходят на дневную поверхность на правом берегу р. Томь и в долине р. Б. Киргизка в Томском блоке и по Городскому, а затем Северскому разломам ступенчато погружаются в северном и северо-западном направлениях до глубины 400-560 м. Водовмещающими породами являются глинистые сланцы, трещино-

ватые песчаники и алевролиты ярской толщи. От вышележащих водоносных горизонтов подземные воды палеозоя изолированы глинистой корой выветривания, глинами илекской или кийской свиты. В пойме р. Томь, в южной части площади, меловой водоупор отсутствует и поэтому подземные воды палеозойских образований на этом участке гидравлически взаимосвязаны с подземными водами вышележащих меловых, палеогеновых и четвертичных отложений.

Структура Северной площади

Основными структурными элементами площади являются тектонические блоки 1 и 2 порядков, выраженные в фундаменте и чехле рыхлых отложений, ограничивающие их разрывные нарушения, а также впадины и участки наклонного залегания пород (моноклинали) (рис. 2).

Фундамент Северной площади слагается породами ярской толщи, представленными сланцами с единичными прослоями песчаников, интродуцированными поясами даек основного состава. Осадочные породы смяты в линейные складки север-северо-восточного простирания, которое соответствует направлению основных продольных разломов Томского района, в том числе Северского и Городского. Для сланцев ярской свиты характерна серая, зеленовато-серая окраска и лишь в зонах развития тектонических нарушений они приобретают ~~зеленый и черный~~ цвет, обусловленный хлоритизацией и графитизацией пород в процессе динамометаморфизма. Динамосланцы встречены в зонах Северского разлома, в зоне Таловского разлома и в зоне Субширотного разлома, что свидетельствует о верхнепалеозойском возрасте заложения этих структур.

По результатам аэромагнитной съемки масштаба 1:50 000 и по данным бурения на площади выделены дайковые пояса: Киргизский, Малоушайский, а южнее площади - Ушайский и Басандайский [6, 7] (рис. 2). Они приурочены к крутопадающим зонам растяжения, поперечным к направлению основных складчатых структур и продольных разломов. Оба дайковых пучка имеют достаточно прямолинейную форму и выдержанное простирание по азимуту около 110°. В центральной части площади, висячем боку Северского разлома и в зонах трещиноватости, параллельных Северскому разлому, оба пучка смещаются (изгибаются) с амплитудой около 0,5 км. Для южного дайкового пучка аналогичный изгиб характерен вблизи р. Песочки в зоне Песочинской зоны трещиноватости, что свидетельствует о верхнепалеозойском возрасте ее заложения. Малоушайский дайковый пояс протягивается через южную часть Северной площади (скв. Сн-96) и искривляется вблизи Северского разлома с амплитудой около 0,5-1 км.

В зонах развития даек породы ярской толщи превращены в зеленые хлоритизированные тектоносланцы (скв. Г-4, Сн-98, Н-4, Н-6, Ан-20).

Южнее Северной площади на левом берегу р. Томи по геофизическим данным установлены магнитные дайковые пучки Ушайского и Басандайского поясов. Для обоих поясов также характерно смещение (искривление) поясов в зоне Северского разлома с левосдвиговой амплитудой составляющей около 2,5 км [3] (рис. 2).

По особенностям геологического строения в северо-западной части Томского района выделяется 3 тектонических блока 1 порядка Томский, Усть-Киргизский и Северский (рис. 1, 2).

Томский блок располагается за пределами Северной площади и представлен породами палеозоя, выведенными на дневную поверхность и лишь на отдельных участках перекрытых маломощными (максимум до 60 м в блоке

между Городским и Конининским разломами) осадками новомихайловской и лагернотомской свит палеогена.

Усть-Киргизский блок на Северной площади выходит только своим юго-западным крылом. Он представлен поднятым (лежащим) боком Северского разлома и характеризуется наличием большинства выделенных стратиграфических подразделений палеогена и мела. Однако они характеризуются пониженной мощностью, составляющей 60-120 м для меловых отложений и около 100 м для палеогеновых; наличием перерывов в осадконакоплении между свитами; выраженными кремнистыми корами выветривания либо продуктами их разрушения (гальки кремней и кварца); преобладанием в разрезе песчаных фаций отложений над глинистыми.

По результатам электроразведки методом ДЭП и данным геофизических исследований скважин Усть-Киргизский блок является самым высокоомным блоком Северной площади. Уровень КС составляет в блоке около 100 Омм. На протяжении всего периода формирования чехла, он был наименее опущенным блоком, где формировались наиболее «промытые» от глинистой составляющей высокоомные пески. В сторону понижения фундамента глинистая составляющая закономерно увеличивалась, приводя к снижению КС. Эта тенденция сохраняется в большинстве геоэлектрических разрезов через Северскую площадь.

Блок нарушен системой нарушений северо-восточного простирания с амплитудой перемещения меловых отложений в первые десятки метров при подчиненной роли кайнозойских перемещений. В южной части блока в приустьевой части р. Киргизка проявлены молодые послепалеогеновые разрывы.

Северский блок ограничен с юго-востока Северским разломом 1 порядка, с северо-запада и севера – рамкой площади исследований, с юга и запада – долиной р. Томь. Северский блок отличается наиболее полным стратиграфическим разрезом мела и палеогена с суммарной мощностью рыхлых отложений 400-500 м, при мощности меловых отложений 160-400 м. Блок нарушен Ромашковым и Субширотным разломами, имеющими суммарные амплитуды перемещений первые десятки метров, а также малоамплитудными (первые метры) зонами трещиноватости север-северо-восточного, субширотного и северо-западного простирания. Эти разрывные нарушения разделяют Северский блок первого порядка на ряд блоков второго порядка – Южный, Приразломный, Правобережный, Центральный и Северный. В Южном блоке отложения мелового периода в допалеогеновое время испытали наклон в субмеридиональном направлении, что привело к формированию Южной моноклинали. Породы на остальной части Северского блока залегают слабонаклонно – горизонтально.

Условия осадконакопления в разных блоках отличались друг от друга, что привело к образованию в Приразломном и Правобережных блоках одноименных локальных впадин, отличающихся повышенной мощностью рыхлых отложений и увеличенным количеством ритмов осадконакопления. Для рыхлых отложений характерна латеральная зональность, проявляющаяся в увеличении глинистости по направлению от относительно поднятого Усть-Киргизского блока в северо-западном направлении. Так, в Южном блоке в разрезе преобладают горизонты существенно песчаного состава наибольшей мощности с максимальными для площади значениями кажущегося сопротивления (до 400-1000 Омм). В более погруженных блоках – Центральном и Правобережном песчаные отложения имеют более низкие сопротивления (40-100

Омм) за счет глинистой составляющей. Для Центрального блока характерен наиболее низкий (10-30 Омм) уровень КС меловых отложений.

Среди существенно глинистых отложений Северского блока с низкими значениями КС выделяются относительно повышенные линейные зоны аномалий КС, которые интерпретируются как русловые фации современной и палеогеновой речной сети левых притоков р. Самусь. Наиболее выражены в физических полях Песочкинское и Северско-Ромашковое палеоруслла, контролируемые одноименными зонами разрывных нарушений. Палеопесочка протекала параллельно одноименной зоне трещиноватости, а Северско-Ромашковая зона развития песчаных отложений соответствует в плане сочетанию Северского и Ромашкового разломов и проявлена в фундаменте в виде уступа. Зона представлена высокоомными (песчаными) и низкоомными (более глинистыми) фациями. На геоэлектрических разрезах эта зона просматривается во всем стратиграфическом разрезе, т.е. является долгоживущей.

Разрывные нарушения Северной площади представлены разломами 1 порядка - Северским и Городским, разломами 2 порядка - Ромашковым, Субширотным, Самуськинским, Таловским, а также зонами трещиноватости и малоамплитудных дизъюнктивов - Правобережной, Песочкинской, Центральной, Средней и зонами сдвига-раздвиговых деформаций, вмещающих дайковые пояса, и развивающиеся в мезозое-кайнозое как зоны трещиноватости - Киргизской и Малоушайской (рис. 2).

Главной разрывной структурой площади является *Северский разлом*. Он определяет не только амплитуды перемещений отдельных стратиграфических горизонтов, но и литологический состав этих горизонтов, их фациальную изменчивость, а отсюда и роль в захоронении ЖРО. Висячем, устойчиво опускающемся боку разлома находится Северский блок, а в лежащем - Усть-Киргизский блок. Разлом простирается в север-северо-восточном направлении по азимуту 30° и представляет собой зону субпараллельных крутопадающих разрывных нарушений мощностью около 100 м, по которым установлено последовательное ступенчатое погружение висячего бока. В лежащем боку Северского разлома, в Усть-Киргизском блоке, сохраняются отложения кор выветривания и их мощность достигает здесь 10-40 м, в висячем же крыле, в Приразломном блоке, наоборот, происходит накопление переотложенных кор выветривания, относимых к илекской свите. Их мощность составляет 30 - 50 м. Аналогичные закономерности наблюдаются для других мезозойских отложений. Так, мощность кийской свиты увеличивается с 10 м в лежащем боку разлома до 30 - 50 м в висячем боку, а симоновской соответственно с 80 - 120 м до 100 - 180 м. Для отложений палеогена наблюдаются подобные закономерности.

Устойчивое погружение Северского блока привело к формированию Приразломной впадины, которая характеризуется увеличенной мощностью рыхлых отложений, значительной глинистостью мелового разреза и повышенным количеством ритмов осадконакопления. В Приразломном блоке увеличивается число ритмов в симоновской свите с 2 до 3 - 5, а также в кусковской свите палеогена - с 1 до 2 - 3.

Для определения амплитуд перемещений по Северскому разлому определена разность абсолютных отметок подошв свит по ближайшим скважинам, находящимся с различных боков разлома, а затем последовательно от молодых отложений к более древним вычислена конседиментационная амплитуда перемещений, произошедших после формирования отложений каждой из свит (табл. 2).

Таблица 2

Амплитуды перемещений по Северскому разлому

Наименование свиты	Между скважин П-17 и Р-7		Между скважин П-17 и Р-18	
	Разность отметок	Конседиментационная амплитуда	Разность отметок	Конседиментационная амплитуда
новомихайловская	6	6	12	12
атлымская	25	19	23	11
кусковская	45	20	43	20
люлинворская	46	1	51	8
сымская	77	31	83	32
симоновская	100	23	105	22
кийская	100	0	107	2

Анализ этой таблицы и других геологических материалов позволяет выделить в мезозойско-кайнозойской истории геологического развития Северского разлома 5 основных этапов тектонической активности: позднемеловой послесимоновский, позднемеловой–палеоценовый долюлинворский, позднеэоценовый послекусковский, среднеолигоценовый послеатлымский и неоген – четвертичный.

Таким образом, зона Северского разлома представляет собой долгоживущую структуру, сформировавшуюся в верхнем палеозое как взбросо-надвиг и затем развивающаяся как левосторонний сдвиг с амплитудой перемещений около 0,5-2,5 км. В мезозое-кайнозое разлом развивается как кон - и постседиментационный сброс (флексурно-разрывная зона) с суммарной амплитудой погружения всяческого крыла свыше 100 м.

Разломы второго порядка – Ромашковский, Субширотный и Самуськинский характеризуются меньшими амплитудами, оказывают меньшую роль на фациальные обстановки осадконакопления и имеют несколько иную историю своей тектонической активности. Так, Ромашковский разлом в отличие от Северского менял знак перемещений в различные периоды геологического развития. Он активно развивается и в современное время, что определяет проявление в нем зоны восходящей фильтрации подземных вод в условиях погруженного блока.

Особая роль в формировании мощности осадков, их глинистости и ритмичности, а, в конечном счете, в размещении водсупоров и коллекторов, принадлежит зонам трещиноватости и зонам малоамплитудных разломов (рис. 2). Выделяется 3 системы зон трещиноватости: а) север-северо-восточная, параллельная Северскому разлому (зоны Центральная и Средняя); б) субширотная, параллельная соответственно Субширотному разлому и в) северо-западная, проявленная в виде Правобережной и Песочкинской зон в Северском блоке и в виде крупных дизъюнктивов в Томском районе.

Структурные факторы надежности захоронения отходов

Надежность захоронения ЖРО определяется рядом факторов - стратиграфических, фациальных, литологических и структурных. Определяющими факторами при выборе полигона и его последующей эксплуатации в 60-х годах являлись стратиграфо-литологические. Предполагалась незначительная фациальная изменчивость отложений по латерали и фактически полное отсутствие дизъюнктивной тектоники, поэтому технологические горизонты были выделены как части стратиграфических подразделений. Проведенные нами исследования и разработанная геолого-геофизическая модель строения территории позволили установить значительную роль разрывной тектоники,

резкую фациальную изменчивость отложений в зонах конседиментационных разрывов и, тем самым, выявить существенную роль структурных факторов в оценке надежности захоронения отходов. При этом одни структурные факторы играют положительную роль, другие отрицательную.

Полигон захоронения ЖРО располагается в опущенном крыле Северского разлома в центральной части Приразломной впадины Северского блока. Эта площадь характеризуется повышенной мощностью и глинистостью отложений не только относительно поднятого крыла Северского разлома, но и относительно окружающей Приразломную впадину территории. Стратиграфический разрез на полигонах захоронения ЖРО включает коллекторы достаточной мощности и мощные выдержанные глинистые водоупоры. Расположение полигонов в 1-2 км восточнее или в нескольких километрах южнее или севернее современного их местоположения принципиально изменило бы надежность условий захоронения. Площадка попала бы в зоны влияния окружающих разломов с присущими им песчаными окнами, дизъюнктивными нарушениями и мощными зонами трещиноватости пород фундамента и чехла. Таким образом, выбор места захоронения отходов в пределах всей Северской площади в целом можно считать оптимальным.

Расположение водозаборов №№1 и 2 также является удачным. Оба водозабора расположены в поднятых блоках (Южном и Усть-Киргизском) и поэтому фильтрация ЖРО в вышележащие отложения поднятых блоков маловероятна. Водозаборы отделены от площадок захоронения ЖРО крупными разрывными нарушениями – Северским и Ромашковым, что также препятствует возможному перетоку отходов в водоносные горизонты водозаборов (рис. 2).

К структурным факторам, снижающим надежность захоронения в пределах полигонов захоронения ЖРО, следует отнести наличие зон трещиноватости субширотного, север-северо-восточного простирания, а также зон трещиноватости над дайковыми поясами, проходящими через всю Северскую площадь и, в частности, через центральную часть Приразломной впадины и площадки 18, 18а. Во всех скважинах, находящихся в зонах влияния разломов, по данным бурения отмечена трещиноватость глин в водоупорных горизонтах А, В и D (W_2 , W_3 , W_4). Наиболее мощные зоны Северского, Ромашкового, Таловского и Субширотного разломов характеризуются трещиноватостью всех трех горизонтов водоупоров А, В и D. Малоамплитудные зоны трещиноватости характеризуются наличием трещин в глинах одного (D) или двух (А и В) горизонтов (рис. 2).

Оценка фильтрационных свойств выявленных разрывных нарушений производилась на основании данных изучения естественного поля (ЕП), полученных в результате проведения полевых исследований. Изучение естественного поля позволило разделить Северскую площадь на область нисходящей фильтрации, расположенную на восточном фланге площади, и область восходящей фильтрации, расположенную на западном фланге. Область нисходящей фильтрации расположена в поднятом блоке Северского разлома, перекрытым существенно песчаными фациями русловых отложений четвертичного и палеогенового периодов. Здесь же и вблизи Северского разлома в опущенном блоке расположены зоны нисходящей фильтрации. Одна из таких зон контролируется Средней зоной трещиноватости и проходит через центральную часть площадки 18. Другая зона проходит по границе между Приразломным и Центральным блоками. В таких зонах возможно перетекание вод по зонам трещиноватости и, прежде всего, по

зоне Северского разлома, из верхних водоносных горизонтов в нижние. Все зоны нисходящей фильтрации пространственно связаны с песчаными окнами в водопорах, обусловленными, в свою очередь, развитием разрывных нарушений. Значительную роль разрывов в перетекании растворов подтверждают карты изопьез по II водоносному горизонту, демонстрирующие изгиб изолиний в Северском разломе прослеживающийся на расстояние около 5 км.

Области и зоны восходящей фильтрации приурочены к нижним течениям р.р. Ромашка и Песочка. Они контролируются узлами пересечения одноименных разрывных зон и зон трещиноватости, связанных с дайковыми поясами.

В центральной части Северной площади не выявлены зоны нисходящей либо восходящей фильтрации, что может свидетельствовать о том, что здесь происходит фильтрация подземных вод по латерали. Наличие протяженных выдержанных зон трещиноватости, связанных с дайковыми поясами, может явиться важным фактором, влияющим на условия захоронения ЖРО. Эти зоны трещиноватости могут гидравлически связывать области и зоны нисходящей и восходящей фильтрации и обеспечивать транспортировку загрязненных вод с площадки до областей восходящей фильтрации. Для всех водоносных горизонтов характерно понижение пьезометрических уровней от водораздела, в пределах которого располагаются их области питания, к реке Томь – области естественной разгрузки горизонтов. В водораздельных областях гидравлические напоры верхних водоносных горизонтов характеризуются большими значениями, чем в нижних, в результате чего здесь формируются области нисходящей фильтрации. В районе русла реки Томь происходит полная инверсия гидравлических напоров и наибольшими абсолютными отметками характеризуются напоры нижних водоносных горизонтов, в результате здесь формируются участки восходящей межпластовой фильтрации. Данная гидродинамическая схема типична для артезианских бассейнов. Нижележащие горизонты характеризуются менее крутым гидравлическим уклоном в сторону области разгрузки, а у верхних горизонтов пьезометрическая поверхность наклонена в сторону реки Томь более значительно.

Выводы

1. Северская площадь располагается в зоне сочленения молодой Западно-Сибирской плиты с Колывань-Томской зоной Алтае-Саянской складчатой области. В истории геологического развития района выделяется два геотектонических цикла: верхнепалеозойский (позднергерцинский) и мезозойско-кайнозойский, образования которых слагают соответственно нижний и верхний структурные этажи. Нижний структурный этаж представлен Томско-Каменским выступом палеозойского фундамента, слагаемым дислоцированными терригенными породами палеозоя и дайками основного состава триасового возраста. Верхний структурный этаж слагается мезозойско-кайнозойскими платформенными отложениями чехла, залегающими на склоне Томско-Каменского выступа. В составе верхнего структурного этажа выделяется два подэтажа – верхний и нижний. Нижний подэтаж представлен осадками мезозойского возраста, залегающими в западной части площади исследований. Верхний подэтаж представлен осадками кайнозойского возраста, покрывающими сплошным чехлом всю площадь. Верхний этаж в гидрогеологическом отношении представляет собой склон артезианского бассейна с этажным чередованием водоносных горизонтов и водопоров, с преобладанием в них плас-

тово-поровых гравитационных и пластово-поровых связанных типов вод.

2. Склон Томско-Каменского выступа на Северной площади представлен тремя блоками 1 порядка, в виде ступеней последовательно погружающихся в запад-северо-западном направлении: Томским, Усть-Киргизским и Северским. Эти блоки разделяются разломами 1 порядка – Городским и Северским. Разрывные нарушения относятся к продольным долгоживущим разломам верхнепалеозойского возраста, развивающимся в коллизионной обстановке вначале как структуры взбросо-надвигового типа, а на завершающей стадии как левосторонние сдвиги с амплитудой перемещений около 0,5-2,5 км. В мезозое-кайнозое разломы развиваются как конседиментационные сбросы-взбросы с суммарной амплитудой погружения висячих крыльев около 100-150 м. Северский разлом является главной структурой площади, определяющей не только амплитуды перемещений отдельных стратиграфических горизонтов, но и литологический состав этих горизонтов, их фаціальную изменчивость и условия захоронения ЖРО.

Северский блок нарушен Ромашковым и Субширотным разломами, имеющими суммарные амплитуды перемещений первые десятки метров, а также малоамплитудными зонами трещиноватости север-северо-восточного, субширотного и северо-западного простирания. Эти разрывные нарушения разделяют Северский блок первого порядка на ряд блоков второго порядка. Условия осадконакопления в разных блоках отличаются друг от друга, что привело к образованию в Приразломном и Правобережных блоках одноименных локальных впадин, характеризующихся повышенной мощностью рыхлых отложений и увеличенным количеством ритмов осадконакопления

3. Определяющими факторами безопасной эксплуатации полигона являются стратиграфические, литологические и фаціальные факторы. Разрез рыхлых отложений на Северной площади содержит необходимые коллекторы и разделяющие их водоупоры, обеспечивающие надежное захоронение ЖРО. На основании проведенных исследований технологические литологические горизонты оконтурены как реально наблюдаемые геологические тела, сформировавшиеся в результате осадконакопления, последующего моноклиналичного наклона пород нижнего подэтажа и дизъюнктивной тектоники.

В структурном отношении полигон захоронения отходов имеет оптимальное расположение в Приразломной впадине Северского разлома, которая отличается повышенной мощностью и глинистостью отложений, удаленностью от основных разломов и связанных с ними песчаных окон в водоупорных горизонтах. Водозаборы расположены в поднятых структурных блоках, что препятствует их гидравлической связи с полигонами захоронения ЖРО.

4. На Северной площади и полигоне захоронения ЖРО комплексом методов выявлены зоны трещиноватости нескольких направлений, проявленные в естественных полях в виде зон фильтрации подземных вод. Это обуславливает постановку более детальных специализированных геологических, гидрогеологических, гидрогеохимических исследований по оценке выявленных зон как возможных структур перетекания подземных вод.

5. Сложное геологическое строение территории и требования безопасности захоронения отходов, а также планируемое строительство атомной станции обуславливают необходимость проведения на Северной площади глубинного геологического картирования масштаба 1:50 000 (ГГК-50) за счет средств федерального бюджета в период с 2004 по 2006 г.г.

ЛИТЕРАТУРА

1. Врублевский В.А. и др. Геологическое строение области сопряжения Кузнецкого Алатау и Колывань-Томской складчатой зоны. Изд. ТГУ, 1987. 95с.
2. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:1000 000. Лист 0-(44), 45 – Томск. Объяснительная записка. Л. ВСЕГЕИ, 1983.
3. Кошкарев В.Л. Применение методики геофизического анализа структурных ансамблей закрытых территорий (Колывань-Томская складчатая зона) (в настоящем сборнике).
4. Стратиграфический словарь СССР. Палеоген, неоген, четвертичная система. Л. Недра, 1982. 610 с.
5. Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М. Недра, 1981. 143 с.
6. Черняев Е.В., Черняева Е.И., Номоконова Г.Г. Геологические предпосылки золотоносности Томского района // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Томск: изд-во Томск. ун-та, 1998. Т. 3. С. 168-172.
7. Черняев Е.В., Черняева Е.И., Капишникова О.П. Геология и полезные ископаемые юга Томской области. Материалы региональной конференции геологов Сибири, Дальнего Востока и Северо-Востока России. Томск, 2000. Т.2. С. 190-192.

GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL MODEL OF SEVERSK AREA

Chernyaev E.V., Koshkarev V.L., Kolmakova O.V., Sedelnikov A.U.,
Richkova I.V.

On the basis of results of carried out field jobs and of complex analysis of geological and geophysical data the geological-geophysical model for Seversk area is proved. The dissection of stratigraphic column and allocation of water-bearing complexes and of lithological horizons are made. The authors select structural blocks and long living consedimentary disjunctive dislocation and zones of jointing of the several orders. The variability of facies caused by development of blocks and faults, limiting them, is established. The structural-lithological conditions of underground burial place of fluid radioactive waste of Siberian chemical combine are determined.

УДК 622: 504.064.36

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОТВАЛОВ НА ПОЧВЫ (НА ПРИМЕРЕ УГОЛЬНОГО РАЗРЕЗА ЧАЛПАН, РЕСПУБЛИКА ХАКАСИЯ)

Язиков Е.Г., Худяков В.М., Азарова С.В.

В статье представлены геоэкологические проблемы угледобывающих предприятий и геохимическая оценка воздействия отвалов на почвы. Дана информация о поведении химических элементов в породах отвала с учетом значений суммарного показателя загрязнения и суммарного индекса токсичности пород отвала. Представлены результаты биотестирования. Сделаны выводы о повышенных концентрациях элементов в породах отвала и о состоянии почв на данной территории.