

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра общей геологии и полезных ископаемых

**Экологическое состояние поверхностных вод в зоне воздействия  
Соколовогорского нефтепромысла**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 401 группы

направления 05.03.01 «Геология»

геологического факультета

Березина Данилы Олеговича

Научный руководитель  
профессор кафедры общей геологии  
и полезных ископаемых, д.г.- м.н.,  
профессор

Рихтер Я.А.

Консультант  
заведующий лабораторией геоэкологии,  
доцент кафедры петрологии и прикладной  
геологии, к.г.н.

Шешнёв А.С.

Заведующий кафедрой  
к. г.-м.н., доцент

Еремин В.Н.

Саратов 2019

**Введение.** В городской черте Саратова с 1948 года эксплуатируется Соколовогорское нефтегазовое месторождение. Район одноименной брахиантиклинальной структуры характеризуется блоковым характером новейших движений. Географически оно расположено на территории Соколовогорского плато и его волжских склонах, глубоко расчлененных оврагами и балками и обрывающихся крутым уступом к Волгоградскому водохранилищу. Перепад высот рельефа на месторождении достигает 130 м. Разработка ведется предприятием ОАО «Саратовнефтегаз».

Особенности эксплуатации Соколовогорского нефтегазового месторождения подразумевают возможность техногенного воздействия на поверхностные и подземные воды, что определяет необходимость гидрохимического анализа водопроявлений.

Цель настоящей работы – анализ экологического состояния поверхностных вод в зоне воздействия Соколовогорского нефтепромысла.

**Основное содержание работы.** В первом разделе, Геологические условия района исследования.

В тектоническом отношении район Саратовского Правобережья располагается в юго-восточной части Русской платформы. Из структур 1-го порядка здесь развиты главным образом Ульяновско-Саратовская и Рязано-Саратовская впадины, южные части которых занимают большую центральную часть площади. Кроме этих отрицательных структурных элементов сюда входят Токмовский свод, своим юго-восточным окончанием в северо-западной части территории, а также Жигулевско-Пугачевский свод. Последний на Правобережье представлен только своим западным склоном.

Широким распространением в пределах Саратовского Правобережья пользуются структурные элементы II-го порядка – валы и разделяющие их депрессии, осложненные, в свою очередь, целым рядом локальных структур.

Центральную часть Правобережья занимает большая группа Саратовских дислокаций. В состав ее входит пять различно ориентированных структур II-го порядка.

Кольцо Саратовских дислокаций на юге замыкает Елшано-Сергиевский вал. Вал вытянут в широтном направлении, имеет длину около 100 км и ширину 8 км. Южное крыло вала более крутое, чем северное. Углы наклона в пределах южного крыла достигают по мезозою 40-45°, а по палеозою 50-55°. Амплитуда вала по мезозою 500 м, а по палеозою превышает 700 м. Вдоль вала с запада на восток располагаются следующие поднятия: Сергиевское, Липовское, Тайно-Вершинское, Суровское, Вязовское, Песчано-Уметское, Грузиновское, Курдюмо-Елшанское и Соколовогорское.

Соколовогорское поднятие сформировалось в результате воздействия трех тектонических импульсов: первого – в начале тимано-пашийского времени (в результате его уже была сформирована структура); второго – с начала турнея и до начала бобриковского времени; третьего – в начале средней юры. С первым импульсом связано формирование нефтяных залежей в девоне, с третьим – формирование залежей в бобриковском, башкирском и верейском горизонтах. В кайнозое имел место еще один тектонический импульс.

Развитие Соколовогорской структуры носило унаследованный характер, поскольку местоположение древних сводов совпадает с современным строением поднятия. Рост этого поднятия в девонское время доказывается закономерным распределением мощностей дробных стратиграфических подразделений среднего и верхнего девона. Изопахиты, показывая увеличение мощности от свода к крыльям, повторяют поведение изогипс, рисующих современный структурный план по тем же горизонтам.

Соколовогорское поднятие расположено к северо-востоку от центра г. Саратова. Значительная часть его уходит под русло р. Волги и простирается до Зеленого острова. В пределах границ исследований по

изолинии -220 м поднятие имеет размеры: с запада на восток – 5,8 км, с севера на юг – 3 км. Максимальные отметки по палеозойской поверхности достигают минус 200 м, перепад высот до 20 м. В мезозойских отложениях оно выражено менее четко, чем Елшано-Курдюмская структура. К северу поднятие постепенно переходит в Пристанскую впадину, с юго-запада оно примыкает, как и Елшано-Курдюмская структура, с Елшано-Сергиевской флексуры примерно на линии Глебучева оврага.

На поверхность в районе Соколовогорской антиклинали выходят отложения мелового возраста.

Район находится в юго-восточной части Русской равнины и приурочен к Приволжской возвышенности к Соколовогорскому массиву. Территория Соколовогорского нефтепромысла находится в черте города Саратова, на правом склоне Волгоградского водохранилища между оврагами Глебучев и Алексеевский.

Елшанско-Гусельская равнина залегает на среднем этаже рельефа города между возвышающимся над ней Лысогорским плато и находящейся значительно ниже Приволжской котловиной. Восточная часть территории равнины непосредственно примыкает к долине р. Волги (овраги Маханный, Сеча, Алексеевский, Дудаковский). Сама равнина в пределах города довольно четко разделяется на два подрайона: восточный – Елшанско-Курдюмский и западный – Гусельский. Граница между этими подрайонами проходит по водоразделу между бассейнами рек Елшанка и Гуселки. Отличительной особенностью этих подрайонов является набор геоморфологических элементов в каждом из них.

Соколовогорский массив относится к Гусельскому подрайону по ландшафтно-геоморфологическому районированию Саратова.

Гусельский подрайон располагается на преимущественно повышенных участках рельефа – водораздельных поверхностях и водораздельных склонах, лишь на самом востоке и северо-востоке переходя в аккумулятивные формы

рельефа – надпойменные и пойменные террасы р. Гуселка. В пределах подрайона наиболее возвышенное и доминирующее положение занимает Соколовогорский водораздельный массив, довольно круто обрывающийся на юг и юго-восток к Приволжской котловине и долине р. Волги. Этот массив имеет асимметричные очертания и довольно сложное строение своей водораздельной поверхности, в пределах которой выделяется набор денудационных останцов, седловин, отдельных понижений, а также плоских и плоско-выпуклых участков.

Максимальные отметки высот–165,3 м (г. Соколовая), минимальная – 18 м. Таким образом, на небольшом по площади участке перепад абсолютных отметок составляет почти 150 м. Перепад высот обуславливает высокую энергию рельефа и вероятность развития склоновых и гравитационных экзогенных геологических процессов.

В сторону водохранилища массив обрывается крутым уступом. Склоны уступа изрезаны оврагами Безымянный-1 и Безымянный-2. В юго-восточной части массива расположен оползень «Пчелка». Длина его по побережью водохранилища в пределах 300 м, ширина – около 240 м. Правый борт оползня обрывистый, высота его достигает 15 м. Восточной границей территории является Волгоградское водохранилище (урез воды 15 м), находящееся на расстоянии 460–480 м от прудов - отстойников промысловых вод.

Овраги Безымянный-1, Безымянный-2 и оползень «Пчелка» служат естественными дренами подземных вод, которые в конечном итоге разгружаются в Волгоградское водохранилище. В целом на территории нефтепромысла расположено несколько водосборных бассейнов крупных оврагов.

В волжской береговой зоне Саратовского Поволжья широко развиты оползневые процессы. В черте Саратова от Соколовой горы и на несколько километров выше по течению Волгоградского водохранилища практически

весь береговой склон осложнен крупными блоковыми оползнями (рисунки 7, 8). В этих условиях любая хозяйственная деятельность по освоению склоновых земель должна проводиться с соблюдением необходимых инженерно-геологических норм.

**Во втором разделе, особенности эксплуатации месторождения.**

Главные открытия на Соколовогорской площади последовали в 1948-1949 годах с получением высокодебитных притоков нефти из коллекторов терригенной толщи девона. Соколовая гора была третьим пунктом Урало-Поволжья, где были вскрыты залежи девонской нефти (рисунок 10). Начальные геологические запасы этого месторождения превышали 40 млн. тонн высококачественной нефти. Скважина-первооткрывательница №10 проработала почти 40 лет и прекратила свое существование в мае 1988 года.

За 70 лет эксплуатации месторождения пробурены десятки эксплуатационных и наблюдательных скважин. В последние годы прекращена добыча нефти на Зеленом острове по экологическим соображениям. Разработка ведется предприятием ОАО «Саратовнефтегаз». В структуру Соколовогорского нефтепромысла входят скважины, инфраструктурные объекты и головные сооружения.

На Соколовогорском нефтегазовом месторождении впервые в Саратовской области стало проводиться захоронение промстоков. В 1956 году через три нагнетательные скважины начата закачка пресных вод для поддержания пластового давления в карбонатные коллектора нижнебашкирских, протвинских и окско-серпуховских отложений каменноугольного возраста. В первый год закачано 155,9 тыс. м<sup>3</sup> вод. Позже объемы возросли до 300–700 тыс. м<sup>3</sup> за счет захоронения высокоминерализованных попутных вод, добываемых с нефтью.

С 1957 года в поглощающие скважины сбрасываются промышленно-сточные воды, полученные в результате обезвоживания нефти при ее

товарной подготовке. В 2015 году в поглощающие скважины закачено 993 тыс. м<sup>3</sup> промыслово-сточных вод, в 2017 году – 689 тыс. м<sup>3</sup>.

При закачке промыслово-сточных вод возможно воздействие на водоносные горизонты, залегающие выше по разрезу, через вертикальные перетоки, в том числе по затрубному пространству.

Территория месторождения покрыта сетью подземных промысловых трубопроводов по перекачке углеводородного сырья на нефтесборный пункт, а также наземных водоводов от последнего к поглощающим скважинам. За многолетнюю историю эксплуатации наземных трубопроводов, работающих под давлениями в несколько десятков атмосфер, неоднократно отмечались случаи утечек на поверхность углеводородов и высокоминерализованных промыслово-сточных вод.

Закачка в по поглощающие скважины, расположенные на водоразделе оврагов Алексеевский и Сеча, происходит под разрабатываемую залежь в интервале глубин 1260-1600 м. Поглощающие комплексы верхнего девона (верхнефранско-фаменские отложения) представлены карбонатными породами с прослоями глин, образующими единый водоносный горизонт и находящиеся в гидродинамической зоне весьма затрудненного водообмена.

В 2015 году при реализации проектных решений проведена закачка в поглощающие хорошо проницаемые интервалы серпуховско-окских отложений (среднекаменноугольный комплекс) в гидродинамической зоне с затрудненным водообменом, перекрытые региональным верейским водоупором. Серпуховско-окский пласт-коллектор рассматривается в качестве перспективного для увеличения эксплуатационной емкости Соколовогорского полигона.

Юрско-барремский водоупор отделяет зону затрудненного водообмена от вышележащих аптского и четвертичного водоносных горизонтов. По природным условиям интервал закачки может быть отнесен к надежно-изолированному от выше и ниже лежащих водоносных горизонтов и

комплексов, т.к. перекрывается и подстиляется непроницаемыми глинистыми или плотными карбонатными отложениями.

В зоне свободного водообмена на территории Соколовогорского месторождения развиты: слабоводоносный среднеаптский горизонт; водоупорный локально-водоносный ниже-среднеаптский горизонт; локально-водоносный четвертичный коллювиальный горизонт; водоносный четвертичный аллювиальный горизонт.

Воды этих горизонтов дренируются оврагами Маханый, Сеча, Безымянный, Алексеевский. Минерализация подземных вод за пределами Соколовогорского полигона захоронения промстоков составляет 2-5 мг/л, что связано как с низкими фильтрационными свойствами водовмещающих пород, так и с техногенной нагрузкой. В течение всего периода наблюдений с начала 1980-х годов воды этих горизонтов не пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения.

Грунтовые воды в верхней части водоразделов развиты в алевритах с прослоями глин слабоводоносного среднеаптского горизонта, на склонах к оврагам и Волгоградскому водохранилищу – в глинах и алевролитах с прослоями алевритов водоупорного локально-водоносного ниже-среднеаптского горизонта. Данные горизонты в естественных условиях характеризуются повышенной минерализацией до 7,5-9,5 г/л. Под влиянием длительной эксплуатации нефтепромысловых и гражданских объектов (потеря промыслово-сточных вод, полив садоводов) формируется гидрогеохимическая аномалия хлоркальциевого типа химического состава, рассмотренная в работе.

По данным гидродинамического мониторинга глубина уровня грунтовых вод на территории Соколовогорского месторождения составляет более 3 м, что позволяет говорить об отсутствии возможности загрязнения и засоления почвенного профиля за счет влияния ореолов с высокими концентрациями компонентов грунтовых вод.

На основной части территории Соколовогорского участка недр прослеживается тенденция к уменьшению уровня загрязнения грунтовых вод. В районе расположения прудов-отстойников (в настоящее время не функционирующих), сохраняются высокие концентрации сухого остатка и хлоридов.

Установленная тенденция уменьшения уровня загрязнения грунтовых вод, дает основание прогнозировать постепенное улучшение состояния геологической среды в пределах Соколовогорского участка недр. Учитывая низкие фильтрационные свойства водовмещающих пород, процесс рассоления займет длительный период. В условиях низкой техногенной нагрузки уменьшение концентраций сухого остатка и хлоридов в грунтовых водах будет происходить в течение десятилетий, уменьшение содержания брома и нефтепродуктов – в течение нескольких лет.

**В третьем разделе, экологическое состояние поверхностных вод.**

Особенности химического состава стока с урбанизированных территорий в основном определяются характеристикой водосбора и наличием предприятий, генерирующих загрязняющие вещества. В данном случае повышенный гидрогеохимический фон города осложняется наличием нефтедобывающего предприятия. Отдельно стоит проблема загрязнения вод от нефтехранилищ.

Для районов расположения месторождений углеводородов характерно значительное техногенное влияние на экологическое состояние водосборов малых водных объектов, в частности, увеличенное поступление хлоридов с поверхностным стоком в водные объекты. Поверхностные воды на территории Саратовской области испытывают существенное воздействие от предприятий нефтяного комплекса.

Подземное захоронение промыслово-сточных вод может рассматриваться как изначально имеющее природоохранную направленность, в качестве главной альтернативы их сбросу в поверхностные

водные объекты и накоплению на поверхности. При должном уровне проектирования и эксплуатации подземное захоронение является эффективным и экологически безопасным способом утилизации отходов. Одновременно данный способ требует регулярного мониторинга наличия утечек жидких промышленных отходов. Закачка промыслово-сточных вод на Соколовогорском нефтепромысле ведется по поглощающим скважинам, расположенным на водоразделе оврагов Алексеевский и Сеча, и происходит под разрабатываемую залежь в зону весьма замедленного водообмена.

Гидрографическая сеть территории представлена Волгоградским водохранилищем, которое характеризуется озерно-речным режимом. Ширина водохранилища у г. Саратова достигает 3 км. Глубина на затопленной пойме незначительна (до нескольких метров), на месте коренного русла Волги достигает 18-25 м. Нормальный подпорный горизонт водохранилища расположен на отметке 15 м. Уровни водохранилища (по многолетним данным) в зимнюю межень (январь-март) 4,0-14,7 м, при паводке (май-июнь) – 17,1 м, в летне-осеннюю межень – 14,5 м. Питание водохранилища дождевыми, снеговыми и грунтовыми водами. Скорость течения составляет 0,4-0,6 м/с. Река судоходна. Средняя дата начала ледостава – 8 декабря, дата очищения от льда – 18 апреля. Продолжительность безледоставного периода – около 8 месяцев.

Гидрохимический режим Волгоградского водохранилища зависит от поступающих транзитом загрязняющих веществ из выше расположенных областей и от сбрасываемых в водоем сточных вод. Качество воды водохранилища: вода загрязнена нефтепродуктами, органическими и биогенными веществами, тяжелыми металлами. Содержание хлоридов и сульфатов не превышает норм рыбохозяйственных ПДК.

Основной водоток, дренирующий район Головных сооружений и мест расположения ликвидированных шламохранилищ, расположен в Безымянном овраге. В настоящее время овраг имеет длину около 1,1 км при ширине по бровкам до 90 м. Постоянный водоток в овраге имеет ширину от

0,3 до 3 м (рисунок 12). На участках, где водоток в овраге проточный, органолептические признаки не проявлены (запах, цвет), нет визуальных признаков загрязнения воды. На участках расширения водотока, где происходит застаивание вод и заболачивание, вода имеет ярко рыжий цвет и резкий запах. Для анализа динамики концентраций загрязняющих веществ в воде в устье водотока оврага «Безымянный» использованы материалы архива лаборатории геоэкологии Саратовского государственного университета за 1993, 2003–2005 годы. Данные за 2015–2016 годы получены из отчета. В апреле 2019 года автором выполнено геоэкологическое опробование поверхностных вод. Химический лабораторный анализ выполнен в лаборатории геоэкологии геологического факультета под руководством А.С. Шешнёва и в лаборатории нефтехимии Института химии Саратовского государственного университета. Архивные сведения и данные, полученные автором выпускной квалификационной работы, о концентрациях определяемых в воде веществ, обобщены и приводятся в таблице.

показатели	ПДК рыбхоз, мг/л [3]	дата отбора								
		27.08.93	23.11.03	15.07.04	18.05.05	весна 2015	осень 2015	весна 2016	осень 2016	30.04.2019
рН, ед.	6.5-8.5	9.1	6.67	н.о.	6.29	–	–	–	–	6.81
<i>анионы, мг/л</i>										
гидрокарбонаты	-	183	219.6	198.25	183	355.7	316.5	332.8	344.7	201.3
хлориды	300	54791.5	254.48	5600	38162	3008.1	2901.7	2872.5	2810.5	3105.1
сульфаты	100	1667.4	32.92	1905.912	1550	1102	924.7	1022.5	901.4	1240.4
<i>катионы, мг/л</i>										
натрий	120	19574.48	106.49	585.488	16997	–	–	–	–	–
Na+K	–	–	–	–	–	1045	945.4	988.5	902.7	1001.4
кальций	180	9637.25	86.62	400	5700	904.5	728.1	874.2	700.9	953.7
магний	40	2923.88	29.71	1921.5	1032	324.2	281.7	306.8	263.1	418.2
жесткость, мг-экв/л	6,2	721.45	6.76	177.5	371	–	–	–	–	–
минерализация (сухой остаток), г/л	1	88.46	0.732	10.61	63.624	6.028	5.356	6.784	6.110	8.15
<i>нефтепродукты, мг/л</i>										
	0.05	5.111	1.92	н.о.	н.о.	0.09	0.065	0.07	0.05	0.06
<i>бром</i>										
	–	–	–	–	–	6	5.2	5.1	4.7	–

**Заключение.** Целью выпускной квалификационной работы был анализ экологического состояния поверхностных вод в зоне воздействия Соколовогорского нефтепромысла. Объект исследований – территория в зоне воздействия Соколовогорского нефтегазового месторождения.

Особенности эксплуатации Соколовогорского нефтегазового месторождения подразумевают возможность техногенного воздействия на поверхностные и подземные воды, что определило необходимость гидрохимического анализа водопроявлений.

Для анализа динамики концентраций загрязняющих веществ в воде в устье водотока оврага «Безымянный» использованы материалы архивные данные за 1993, 2003–2005, 2015–2016 годы. В апреле 2019 года автором выполнено геоэкологическое опробование поверхностных вод.

Анализ временной динамики поступления загрязняющих веществ в Волгоградское водохранилище показывает, что содержание нефтепродуктов, хлоридов, кальция и магния устойчиво превышает ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения. Превышают нормативы и значения минерализации. Причина загрязнения вод – современное воздействие нефтепромысла и вторичное загрязнение от сформированных за много лет эксплуатации загрязненных подземных вод.

Ключевой рекомендацией по экологическому мониторингу следует признать необходимость регулярного химического анализа водопроявлений на территории горного отвода месторождения. Кроме того, необходим жесткий контроль за соблюдением правил технической эксплуатации трубопроводов и принятие мер по ликвидации очага загрязнения подземных вод, сформировавшегося за несколько десятилетий эксплуатации месторождения.