

## О МЕРОПРИЯТИЯХ ПО БОРЬБЕ С ЗАГРЯЗНЕНИЕМ И ПОДТОПЛЕНИЕМ ТЕРРИТОРИИ

В статье охарактеризованы гидрогеоэкологические условия одного из горнодобывающих районов Южного Урала. Строительство здесь осложняется широким развитием процессов загрязнения природных вод, истощением водных ресурсов, подтоплением застраиваемых территорий. На примере Орского промузла авторами разработаны мероприятия по борьбе с подтоплением и загрязнением природных вод в бассейне р. Урал.

### 1. Задачи исследований

В характеризуемом районе осуществляется добыча и переработка минерального сырья. Это отражается на гидрогеоэкологических условиях строительства и дальнейшего освоения территории. Поэтому гидрогеоэкологические исследования приобретают здесь большое научное и практическое значение. Это обусловлено также ежегодно увеличивающимися масштабами потребления минеральных ресурсов, природных вод, проектированием и строительством зданий, сооружений и коммуникаций самого различного назначения: гражданского, промышленного, топливно-энергетического, транспортного, водо- и природоохранного, бальнеологического, ирригационно-мелиоративного и др.

Цель настоящей работы – осветить некоторые особенности формирования гидрогеоэкологических условий под влиянием естественных и техногенных факторов. Задача сводится к тому, чтобы сделать эти условия контролируемыми и управляемыми. Главной целью систем управления геоэкологическими условиями служит создание ноосферы и ее составных частей – ноосистем. Под ноосистемой понимается элемент ноосферы, формирующийся в качестве единого природно-технологического и природно-технологического комплекса. Главными составляющими ноосистемы служат нооценоз по С.С. Шварцу [4, 7], живые организмы, включая *homo sapiens*, и среда их обитания, или экотоп (атмосфера, почва, ландшафты, воды, грунты, горные породы). В ноосистеме живые и косные компоненты связаны между собой обменом веществ, энергии и информации. То есть под ноосистемой понимается такая экосистема, в структуру связей которой входит нооценоз. В связи с этим она приобретает свойства технической системы, сохраняя качества и свойства экосистемы. Благодаря созданию ноосистем на базе имеющихся экосистем биосфера в понимании В.И. Вернадского постепенно переходит в ноосферу. Идея ноосферы – это идея выживания человечества и биосферы в условиях разрастающегося экологического кризиса. Это идея перехода человечества на модель устойчивого развития, получившая всеобщее при-

знание на Втором всемирном конгрессе по охране окружающей среды (Рио-де-Жанейро, 1992).

### 2. О природных факторах формирования гидрогеоэкологических условий

В.И. Вернадским, И.П. Герасимовым, Е.М. Сергеевым, В.И. Осиповым, В.Т. Трофимовым и другими выдвинуто положение о единстве отдельных компонентов геосистемы (ноосистемы), определяющих гидрогеоэкологические условия, с природной физико-географической обстановкой и особенностями геологического строения [2, 3, 6]. То есть гидрогеоэкологические условия определяются особенностями структурно-геологического строения, особенностями климата, рельефа, гидрографии и всем комплексом ландшафтно-климатических факторов. При этом немалое значение имеет соотношение унаследованных и наложенных черт строения и развития внешних геосфер Земли: педосферы, гидросферы, литосферы. В условиях техногенного воздействия изучение физико-географической характеристики, геологического строения и палеогеографического развития территории приобретает большое значение.

Оренбургская область замыкает с юга изучаемые нами регионы Урала и Предуралья. Севернее они представлены республикой Башкортостан, Пермской, Свердловской и Челябинской областями. Западная часть территории относится к восточной части Русской равнины с преимущественно столово-эрозионным рельефом. На востоке Русская равнина переходит в предгорья западного склона Уральских гор. Горно-складчатый Урал представлен меридионально ориентированной субпараллельной системой хребтов, сложенной осадочными, метаморфическими и изверженными породами. В депрессиях закартированы мезозойские и кайнозойские осадки. Исследуемый район приурочен к Уральской постэвгеосинклинальной складчатой области и Тагило-Магнитогорскому прогибу. Разработка и переработка в этом регионе большого количества минерального сырья из месторождений каменного и бурого угля, нефти и газа, руд черных, цветных и благородных металлов, радиоактивных элементов, каменных солей, фосфа-

тов и разнообразного нерудного сырья, а также минеральных и промышленных вод оказали глубокое воздействие на его гидрогеоэкологические условия. Сформировались своеобразные урбанизированные районы с большой насыщенностью техногенными объектами. Создание хозяйственной инфраструктуры потребовало решения ряда сложнейших гидрогеоэкологических задач, связанных с преодолением негативных последствий природных и техногенных процессов.

### **3. О гидрогеоэкологической ситуации в г. Орске**

В районе бывшего поселка Октябрьский в середине 80-х годов XX века сложилась экстремальная экологическая ситуация, связанная с подтоплением территории и с формированием здесь техногенного месторождения нефтепродуктов. В юго-западной части поселка нефтепродуктами были затоплены погреба жителей. Пятна нефтепродуктов выступали на поверхности земли в огородах. Гибли фруктовые деревья. В подвале разрушенного дома имело место возгорание. Молодые супруги получили здесь ожоги разной степени. По заказу ПО «Орскнефтеоргсинтез» под руководством профессора А.Я. Гаева выполнены работы по определению направления и размеров подземного потока нефтепродуктов с территории НПЗ. Используются методы эманионной съемки. Отбирались пробы подпочвенного воздуха, и методами хроматографии в них определялись концентрации углеводородов. Силами ПО «Орскнефтеоргсинтез» вкрест простираения потока углеводородов была заложена дренажная канава длиной 80 м, глубиной 4 м, шириной 2 м. Сотрудниками Оренбургского политехнического института (ныне университета) были разработаны рекомендации по обустройству дренажной канавы. Из канавы было откачено в 1988 г. 10 тысяч тонн нефтепродуктов. Откачка нефтепродуктов производилась при помощи ассенизационных автомобилей с объемом цистерны 2,7 м<sup>3</sup> в течение 4,5 месяцев.

В районе Орского комбината строительных материалов (КСМ), непосредственно южнее ПО «Орскнефтеоргсинтез» к 1987 г. сложилась критическая пожароопасная ситуация. Убежище гражданской обороны, полуподвальные помещения столовой КСМ, цеха дверных блоков, а также соседствующие с КСМ столовая общественного питания города, помещение электроподстанции, школы ДОСААФ, пожарной части, овощехранилища продторга «Никель» и другие были загазованы. Имели случаи возгораний и взрывов с последствиями вплоть до летального исхода. Выполненные силами лаборатории нашего института комплексные работы обнаружи-

ли на территории КСМ крупные нефтяные залежи на глубинах от 0,5 м до 19,5 м. По рекомендации лаборатории с октября 1988 года по январь 1989 года на территории КСМ проведена дренажная канава и 4 наблюдательные скважины. Три скважины имели глубину 8 м и одна 20 м, длина канавы составила 12 м, глубина 4 м, а ширина 1,5 м. Канава оборудована перфорированной трубой и колодцем. Эксплуатация дренажной канавы показала, что радиус ее влияния уже в первые 5 дней составил 15 м. Жидкие нефтепродукты в подвальном помещении цеха легких металлоконструкций исчезли, концентрация углеводородов в воздухе столовой КСМ снизилась от 106 мг/м<sup>3</sup> до 63 мг/м<sup>3</sup>, а в убежище ГО – от 443 до 375 мг/м<sup>3</sup>. Притоки нефтепродуктов в дренажную систему составили 6 м<sup>3</sup> в сутки при понижении уровня загрязненных вод в среднем на 1,6 м (максимально до 2,7 м).

Коэффициенты фильтрации составили: для суглинков – 0,1 м/сут, для глин – 0,04 м/сут, для глин с прослойками гравия – 1 м/сут. Техногенная залежь нефтепродуктов определена как линзовидное тело со сложной формой в плане с максимальной мощностью 6,5 м, длиной около 370 м и шириной 110 м. Залежь развита в образованиях ложкового аллювия. Расчеты показали, что при таких низких полученных притоках в дренажную канаву и среднем понижении 1,6 м сработка залежи только горизонтальным дренажным сооружением займет 5,2 года.

### **4. О конструкции дренажного сооружения**

Возникла необходимость усовершенствования дренажной конструкции. Нами предложена конструкция дренажной канавы глубиной 4 м с проходкой на ее крыльях двух эксплуатационных скважин, конструкция которых показана на рис. 1. Обе эксплуатационные скважины должны быть пробурены до скальных пород глубиной 20 м. В непосредственной близости от каждой скважины пробурены по кругу 6 скважин глубиной по 10 м, все скважины обустроены обсадными колоннами труб и специальными фильтрами. В пяти из шести скважин рекомендована засыпка мелкого щебня, с извлечением обсадных труб. Одна из шести десятиметровых скважин в интервале 5-10 м оборудуется фильтром и предназначена для выполнения наблюдений в процессе откачки. Эксплуатационные скважины также оборудуются фильтром в интервале 5-16,8 м. Предложенная нами конструкция обеспечивает максимальный приток загрязненных вод при невысокой проницаемости вмещающих пород. Расчеты показали, что запасы нефтепродуктов в капельно-жидком (свободном) состоянии на техногенном месторождении составляют 500 тыс.

тонн. Их откачка должна занять по времени не менее 15 лет. Нефтепродукты вывозились и должны вывозиться на локальные очистные сооружения НПЗ, а затем утилизироваться в процессе производства соответствующей продукции. Первоначальный состав утилизируемых нефтепродуктов на 97% состоял из фракций бензина. В дальнейшем в их составе нарастала доля дизельного топлива. За период 1989-1991 гг. на территории КСМ откачено более 30 тыс. тонн нефтепродуктов.

### 5. Исследование залежей углеводородов

Методом ИК-съемки с вертолета МИ-8 (использован тепловизор «Вулкан») выявлены не только залежи нефтепродуктов, но и площади замазученных земель. Они закартированы в 1990 г. в масштабе 1:10 000. ИК-съемкой установлены места утечек флюидов из трубопроводов. Нефтегазоносные линзы ложкового аллювия характеризуются шириной 70–100 м, протяженностью 300–1500 м. Судя по данным бурения, выполненного по нашим рекомендациям силами Восточной экспедиции, а также по материалам ТИСИЗ и «Фундамент проекта», нефтегазоносные линзы ложкового аллювия представляют собой своеобразные «нефтеловуш-

ки» в форме рукавов, слепо заканчивающихся внутри толщи суглинков (см. рис. 2). Естественных выходов на земную поверхность они практически не имеют и с аллювиальными водоносными горизонтами почти не связаны. Очень характерны для них прорывы через покровные суглинки газовой фазы в полуподвальные и подвальные помещения, при вскрытии суглинков в процессе строительных работ. Всего зафиксировано около двух десятков таких прорывов с воспламенениями и в отдельных случаях – взрывами.

Гораздо более обширны по площади техногенные скопления углеводородов в элювиальных образованиях и трещинных зонах коренных пород. Накоплению нефтепродуктов в элювиальном коллекторе и росту мощности их скоплений благоприятствует глинистый барьер в зоне тылового шва первой террасы. При значительном росте мощности скоплений углеводородов меняет очертания их водонефтяной контакт (ВНК), и они неизбежно прорываются в аллювиальный водоносный горизонт. На территории комбината строительных материалов нефтепродукты в скважинах выявлены на глубинах 0,6–1,9 м. Мощность их залежей здесь до опытно-промышленной откачки в 1989 г. достигала критической величины.

Это обусловило появление нефтепродуктов в аллювиальном водоносном горизонте на участке оз. Песчаного – в 1,5 км южнее НПЗ.

Контуры нефтегазосодержащих отложений установлены лабораторией нашего университета по комплексу наземных и дистанционных методов. А.П. Трубиным и М.Н. Макуновым на площади 60 км<sup>2</sup> в масштабе 1:10 000 (Н – 1000 м) выполнены дважды (днем и ранним утром) работы методом ТИКАС. Получены четыре тепловых фильма и один – АФС. Кроме того, использованы космофотоматериалы отечественного и американского производства.

Наземные методы заключались в опробовании поверхностных и подземных вод с определением при помощи анализатора АН-1 водорастворенных углеводородов, выполнена также почвенно-гидрогеохимическая съемка с определением водорастворимых углеводородов, почвенно-газохимическая съемка с использованием специального оборудования и газо-

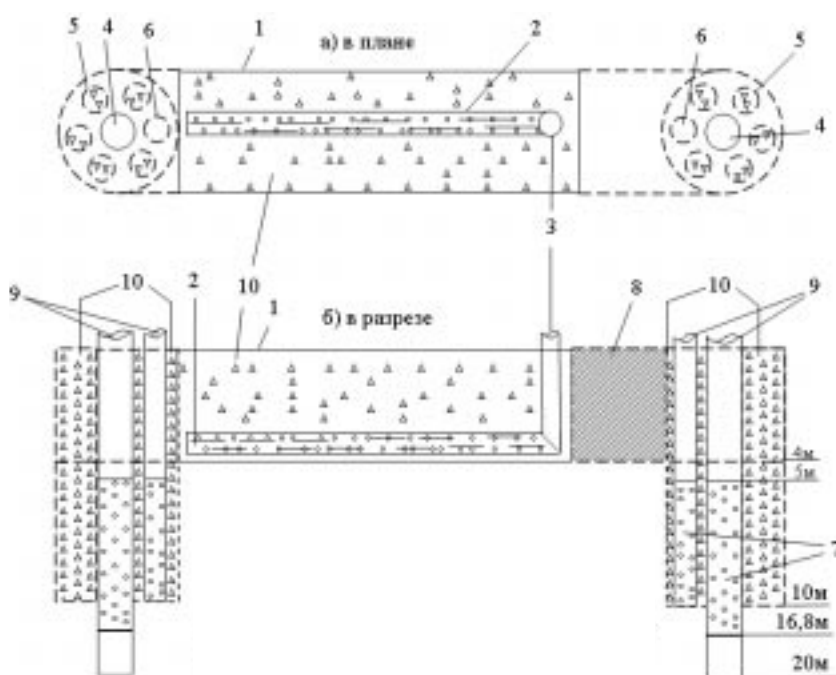


Рисунок 1. Конструкция вертикального и горизонтального дренажа для разработки техногенной залежи нефтепродуктов и водопонижения.

1 – горизонтальная горная выработка с дренажной трубой, заполненная щебнем; 2 – дренажная труба с перфорацией; 3 – выводная труба; 4 – эксплуатационные скважины с погружными насосами; 5 – специальные скважины с щебнистой засыпкой; 6 – наблюдательная скважина-пьезометр; 7 – интервалы перфорации фильтра в эксплуатационных и наблюдательных скважинах; 8 – целик горных пород; 9 – осадные трубы; 10 – щебнистый заполнитель.

Глубина заполнения конструктивных элементов канавы – 4 м; интервал щебнистого заполнения скважин – 5-10 м, интервал перфорации

хроматографов, проходка шурфов и скважин (более 50) с опробованием свободной и водорастворенной фаз углеводородов. Были уточнены морфология и масштабы углеводородных скоплений. В частности, в районе комбината строительных материалов установлены два основных нефтеносных этажа геологического разреза (см. рис. 2). Верхний этаж – в пределах ложкового аллювия, нижний – в трещинных зонах коренных пород и в элювии. Это характерно для подножия склона. Выше в пределах коренного склона элювий совместно с ложковыми и делювиальными отложениями образует единый нефтегазоносный этаж.

### 6. Детальные гидрогеоэкологические исследования

В районе техногенных залежей исследовалась система вода – порода – газ.

Лабораторией ОГУ совместно с Орским филиалом ВЗПИ (ныне Оренбургского университета) выполнена съемка углеводородов подпочвенного воздуха (1988-1990 гг.) как на самой территории НПЗ, так и на прилегающей к нему ниже по потоку, вплоть до р. Урал. Фон по содержанию углеводородов в подпочвенном воздухе составил 2 мг/дм<sup>3</sup>. Почти такое же содержание установлено в атмосферном воздухе. На территории завода выделены три зоны загрязнения подпочвенного слоя [5]:

1) северная – около отстойника с нефтью с концентрациями углеводородов в подпочвенном воздухе 27,6-116,8 мг/дм<sup>3</sup>;

2) юго-восточная – вокруг отстойников нефти и цеха промывки и пропарки цистерн с концентрацией углеводородов 93,7-116,8 мг/дм<sup>3</sup>;

3) западная – вокруг старого отстойника нефти, где установлены максимальные концентрации углеводородов – 1806,5 мг/дм<sup>3</sup>.

От НПЗ прослежены четыре языка-потока газообразных углеводородов вплоть до р. Урал. Западный поток пересекает долину речки Елшанки с концентрацией 5,6-11,5 мг/дм<sup>3</sup>. Центральный поток аналогичен по концентрации – от 5,6 до 13,9 мг/дм<sup>3</sup>. Наименее протяженным оказался юго-восточный поток, прослеженный через комбинат строительных материалов. Но концентрации углеводородов здесь достаточно высокие – 44,8 мг/дм<sup>3</sup>. Ниже по потоку контрастность его слабеет – до 5,6-6,6 мг/дм<sup>3</sup>. Восточный поток проходит через пос. Октябрьский и территорию никелькомбината вплоть до р. Урал. Концентрация углеводородов составляет 5,1-12,0 мг/дм<sup>3</sup>.

При помощи газохимической съемки удалось оконтурить скопления углеводородов. Непосредственно над их скоплениями концентрация углеводородов в подпочвенном воздухе превышает фон в 20-30 раз. Начало всех языков-потоков углеводородов связано с территориями НПЗ и ЮУНКа. Контролируются потоки основным коллектором жидких углеводородов – ложковым аллювием. На пути жидких углеводородов установлен естественный барьер с глинистыми отложениями в зоне тылового шва первой террасы. Этот барьер играет защитную роль,

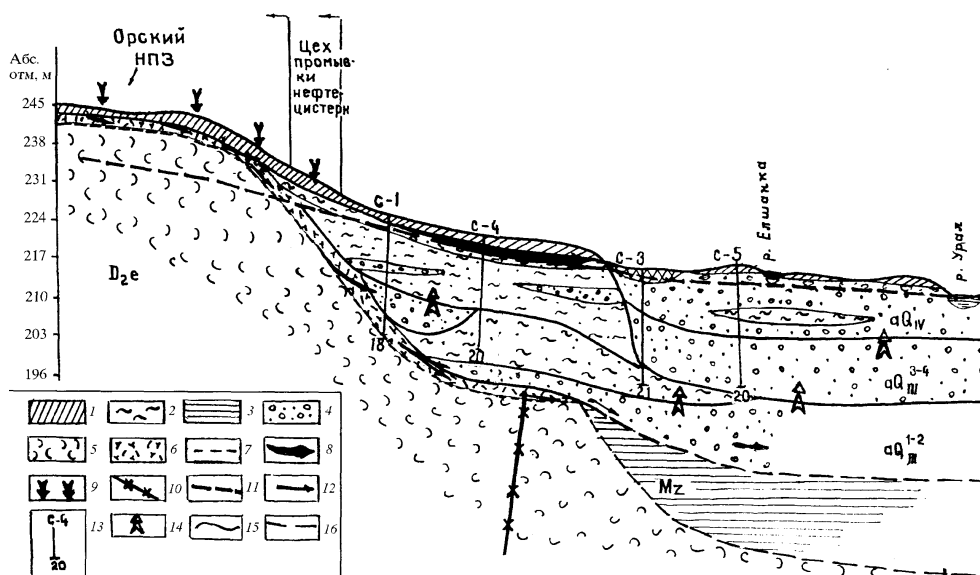


Рисунок 2. Профиль от НПЗ к реке Урал.

1 – суглинки; 2 – глины Kz, 3 – глины Mz, 4 – песчано-гравийные отложения, 5 – эффузивные и вулканогенно-осадочные породы, 6 – кора выветривания девонских пород, 7 – граница коры выветривания, 8 – нефтяная залежь, 9 – инфильтрация углеводородов, 10 – разломы, 11 – уровень подземных вод, 12 – направление потока углеводородов, 13 – скважина (вверху – номер, внизу – глубина, м), 14 – миграция углеводородов в газовой фазе из эмульсии; 15 – установленная граница разновозрастных отложений, 16 – предполагаемая граница отложений.

спасая грунтовые воды и пойму р. Урал. Водорастворимые органические вещества изучены также в водной вытяжке из почв и грунтов методом перманганатной окисляемости. Местный фон составил  $25 \text{ мг/дм}^3 \text{ O}_2$ . Максимально-аномальные значения ( $126,8\text{-}128,8 \text{ мг/дм}^3 \text{ O}_2$ ) установлены на территории НПЗ, а минимально-аномальные концентрации прослежены от завода на юг до русла р. Урал. Потоки водорастворенных органических веществ аналогичны по форме тем, которые охарактеризованы по почвенно-газохимической съемке. Однако протяженность и контрастность их значительно меньше.

Анализатором АН-1 нефтепродукты определены и в твердой фазе почв и грунтов. На территории завода их концентрации составили 1206,6-4640, в пойме реки – до 244,0-880 мг/кг. Все аналитические методы определения нефтяного и органического загрязнения (съемка углеводородов в подпочвенном воздухе, водная вытяжка из почв и грунтов и анализ их твердой фазы) показали согласующиеся результаты, подтвердив влияние техногенных скоплений нефти на природный комплекс поймы р. Урал. Нефтяное загрязнение оказалось главным. Немалое значение имеет загрязнение тяжелыми металлами (Ni, Co, Cu, Zn, Hg и др.), сульфатами, хлоридами, соединениями азота.

### 7. О реализации наших разработок

В Орской урбанизированной зоне мы разработали рекомендации и ряд инженерно-технических решений по локализации углеводородного загрязнения путем оборудования дренажных сооружений. Уже к 1998 году завод утилизировал более 50 тыс. тонн нефтепродуктов из техногенных скоплений. Сегодня установлено, что техногенные скопления углеводородов промышленного значения продолжают формироваться в зоне тыловых швов террас, где благодаря барьерам глинистых отложений самой природой созданы уникальные нефтеловушки. На первом этапе эксплуатации техногенных скоплений углеводородов хорошо показали себя системы горизонтального и вертикального дренажа. Если в поселке Октябрьском действовала система горизонтального дренажа, то на Орском комбинате строительных материалов – совмещенная система вертикального и горизонтального дренажа.

Заводом проведены большие работы по замене непригодных участков коммуникаций. Выполнены также большие объемы работ по рекультивации нарушенных и замасоченных земель и по совершенствованию переработки и транспортировки нефти и нефтепродуктов. Территория НПЗ расположена в области питания подземных вод. Нефтепродукты и загрязненные воды стекают отсюда в долину р. Урал, поэтому наряду с локализацией скоплений углеводородов необходимо оптимизировать всю систему природопользования на основе внедрения элементов системы мониторинга. Рекомендации лаборатории начали выполняться руководством НПЗ первоначально совместно с нами, а с 1995 г. с ООО «Дани-ЭКО». За период с 1995 по 1997г. на техногенном месторождении было пробурено еще 62 скважины в местах прогнозируемого скопления флюидов. Организовано 5 эксплуатационных участков по откачке нефтепродуктов

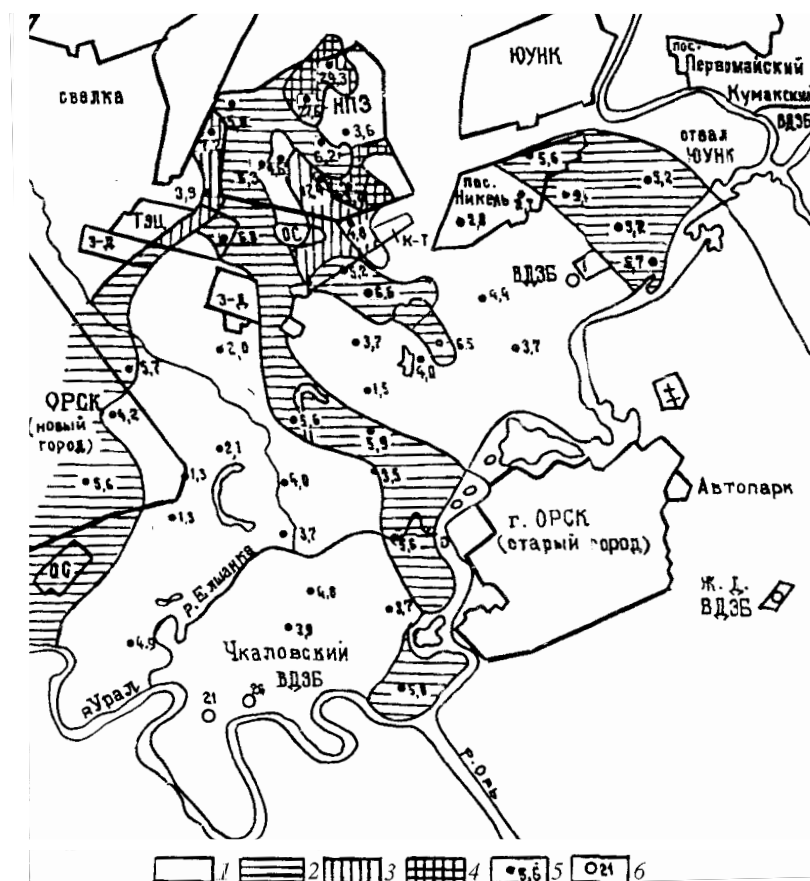


Рисунок 3. Карта-схема распространения углеводородов в подпочвенном воздухе.

- 1 – фоновое содержание (до  $5 \text{ мг/м}^3$ ); превышение фоновых значений:
- 2 – в 1,01-1,49 раза, 3 – в 1,5-4,9 раза (минимально- и средне-аномальное),
- 4 – в 5 раз и более (максимально-аномальное), 5 – точка опробования и содержания углеводородов,  $\text{мг/м}^3$ , 6 – водозаборная скважина и ее номер

и загрязненных ими грунтовых вод. Так, на западе территории КСМ сооружения дренажной канавы были усилены 18 эксплуатационными шурфами, строительством двух накопительных емкостей (9,5 и 50 м<sup>3</sup>) и насосной установки с насосом БН-3. Шурфы пробурены вкрест потоку нефтепродуктов в теле ложкового аллювия, вдоль железнодорожного полотна. Расстояния между шурфами – 5 м, глубина – 5,5 м. Диаметр шурфов 600 мм. Они обсажены перфорированной колонной диаметром 500 мм с сетчато-щелевым фильтром и песчаной обсыпкой затрубного пространства. Трубопроводы диаметром 57 мм теплоизолированы в связи с круглогодичным характером работ.

Участок 2 расположен в южной части КСМ и оборудован двумя эксплуатационными шурфами и одной скважиной, а также накопительной емкостью в 4,5 м<sup>3</sup>. Откачка флюидов осуществлялась модернизированными насосами «Прогресс» с сентября 1995 года. Вывоз флюидов на очистные сооружения НПЗ производился на всех участках ассенизационными автомашинами. Участок 3 расположен в северо-восточной части территории Орского завода легких механических конструкций. Он оборудован кустом из 3-х скважин глубиной 10 м с сетчато-щелевыми фильтрами диаметром 159 мм. Четвертый участок расположен непосредственно у очистных сооружений НПЗ с восточной стороны. Он введен в эксплуатацию с мая 1996 года в составе 8 эксплуатационных шурфов глубиной 6 м и диаметром 600 мм. Четыре из 8 шурфов обустроены трубопроводом с насосной и двумя накопительными емкостями по 20 м<sup>3</sup> каждая. Еще один участок введен в эксплуатацию в июле 1997 года у железнодорожных путей промывочно-пропарочной станции, где обрабатываются железнодорожные цистерны. Куст состоит из трех скважин глубиной 7,5 м. Каждая скважина обсажена перфорированными трубами диаметром 159 мм с сетчато-щелевыми фильтрами. Откачка производилась на-

сосом НБ-3 в накопительную емкость объемом 9,5 м<sup>3</sup>. За 1995-1997 годы откачено и сдано на очистные сооружения НПЗ 7500 тонн флюидов, представляющих собой смесь нефтепродуктов и загрязненных грунтовых и сточных вод. На участке 1 мощность техногенной залежи нефтепродуктов уменьшилась в 2 раза, а на участке 2 отмечено даже отсутствие нефтепродуктов в свободном жидком виде в период летней и зимней межени. На участке 3 мощность залежи свободных углеводородов сократилась с 5 м до 2 м. Отмеченная выше фирма вела и разведочные работы в пределах техногенного месторождения углеводородов. Стало совершенно очевидным, что значительная часть нефтепродуктов находится в грунтах в физически связанном состоянии, и при откачке свободных флюидов происходит перераспределение нефтепродуктов, находящихся в различном виде и фазовых состояниях. Извлечение физически связанных углеводородов – процесс, требующий длительного времени, и может быть осуществлен в достаточно полной мере только через новые технологии. В настоящее время стало совершенно очевидным, что простая откачка нефтепродуктов с понижением уровня грунтовых вод приводит только к временному улучшению экологической ситуации. При остановке работ к 1999 году ситуация вновь стала неблагоприятной. Продолжают действовать факторы, приведшие к формированию техногенных залежей углеводородов и к подтоплению территории. Во-вторых, до сих пор не учтена физически связанная составляющая углеводородов в грунтовом массиве техногенного месторождения и не решается вопрос об ее извлечении. Сохраняется угроза жизни и здоровью людей и всего пойменного комплекса долины р. Урал, включая водные ресурсы Чкаловского и др. водозаборов. Ситуация, несомненно, будет существенно улучшена при условии создания систем мониторинга и выполнения наших рекомендаций.

**Список использованной литературы:**

1. Буданов Н.Д. Гидрогеология Урала. М.: Наука, 1964. 304 с.
2. Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. 376 с.
3. Гаев А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод.
4. Краткий словарь по экологии и геоэкологии: методич. пособие по курсам «Экология» и «Геоэкология» для студ. естеств. и строит. вузов / Перм. ун-т. Пермь, 2001. 114 с. / Составил А.Я. Гаев при участии А. Зубрицкого и И.И. Минькевич.
5. Самарина В.Ф., Гаев А.Я., Нестеренко Ю.М. и др. Техногенная метаморфизация природных вод (на примере эколого-гидрогеохимического картирования бассейна р. Урал, Оренбургская область) Екатеринбург: Изд-во УрОРАН, 1999. 444 с.
6. Теория и методология экологической геологии. Под ред. В.Т. Трофимова / МГУ М., 1997. 368 с.
7. Шварц С.С. Проблемы экологии человека / Вопросы Философии, 1974. №9. С. 7-21.