

ВЛИЯНИЕ ИСКУССТВЕННОГО БЕРЕГОУКРЕПИТЕЛЬНОГО ПЛЯЖА НА КАЧЕСТВО ВОДЫ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ВОДОЗАБОРА

В.С. Кусковский

Институт нефтегазовой геологии и геофизики СО РАН

KuskovskiyVS@ipgg.nsc.ru

На примере инфильтрационного водозабора Новосибирского научного центра, расположенного на берегу Новосибирского водохранилища, рассмотрены проблемы качества воды. Суммарный водоотбор в последние годы составил 10-13 тыс. м³/сут. В связи с появлением в питьевой воде водозабора несколько лет назад гидробионтов проведены исследования на наличие гидробионтов в скважинах, резервуарах, фильтрах станции обезжелезивания, водопроводной сети, в воде и донных отложениях Новосибирского водохранилища с участием гидробиолога Л.Л. Сипко. Во всех выше перечисленных местах начиная с 1990 года обнаружены коконы олигохет, нематоды, простейшие и другие. Ранее (водозабор эксплуатируется более 30 лет) этого не наблюдалось. Загрязнение нематодами связано с намывом берегоукрепительного пляжа (расположенного у водозабора) песком из района с. Морозово без предварительного биологического анализа. Загрязнение происходит не по всему участку водозабора, а по отдельным скважинам, расположенным в восточной части участка «А» и в особенности по эксплуатационной скважине 3-э, наиболее производительной.

The above-mentioned problems are considered on the example of the infiltration intake of the Novosibirsk scientific center, placed on the shore of the Novosibirsk reservoir. Currently the sum water intake was 10000-13000 m³/day. The appearance of hydrobionts in drinking water of the intake several years ago caused the investigation of wells, reservoirs, filters of the desferum stations, water supplies, water and bottomset beds of the Novosibirsk reservoir with the participation of the hydrobiologist L.L. Sipko. Beginning from 1990 all above mentioned areas revealed cocoons of oligochaetes, nematodes, protozoa and others. It was not observed earlier (this reservoir is under exploitation over 30 years). The nematode-induced contamination results from the aggradation of the shore-protecting beach (placed near the water intake) by sand from the Morozovo village without the preliminary biologic analysis. The contamination occurs not on the whole area of the intake but on separate wells, placed in the eastern part of the section «А» and particullary on the most exploratory and productive well 3-e.

Сооружение искусственных земельных участков, защитных пляжей необходимо проводить с учетом как качества используемых грунтов, так и ситуации территории, находящейся в глуби берега, например наличия инфильтрационных водозаборов. Рассмотрим это на примере искусственного берегоукрепительного пляжа Академгородка г. Новосибирска. Этот пляж был создан для защиты железнодорожной магистрали Новосибирск-Барнаул. Более подробно говорится о нем (параметры, особенности эксплуатации и т.д.) в других докладах настоящей конференции. Остановимся на том, каким образом происходит влияние пляжа на качество воды инфильтрационного водозабора.

Водозаборы инфильтрационного типа располагаются на берегу пресноводных водоемов, водотоков и представляют собой обычно однолинейный (реже двухлинейный) ряд эксплуатационных гидрогеологических скважин. Движение подземных вод к скважинам происходит со стороны водоема или водотока с большими гидравлическими градиентами, чем со стороны коренного берега, т.е. областью питания для

участков водозаборов являются поверхностные воды. Благодаря этому отбирается значительно больший объем воды, чем на водозаборах обычного типа. В то же время необходимо задать такой оптимальный режим эксплуатации каждой скважины и в целом всей системы, чтобы водоносный горизонт с одной стороны не потерял очищающей способности, с другой сохранил суммарную производительность. Важнейшей и специфической причиной уменьшения производительности водозаборов указанного типа является в большинстве случаев процессы заиливания и кольтматации при инфильтрации речных вод в грунты, которые проходят более интенсивно на водохранилищах. Другой проблемой в этом случае является загрязнение питьевых подземных вод фенолами и другими органическими соединениями, а также гидробионтами. Последние попадают в водопроводную сеть в виде кокон, яиц и в благоприятных условиях (тупиковые участки сети) могут развиваться во взрослые особи. Но проникновение гидробионтов в скважины может быть только в случае нарушения оптимального режима их эксплуатации, т.е. при недопустимо высоких гидравлических градиентах потоков.

Следует подчеркнуть, что эксплуатационные скважины инфильтрационного водозабора располагаются в 100-120 м от уреза воды водохранилища (при НПУ) как раз вдоль защитного пляжа (рис. 1). Остановимся кратко на гидрогеологических условиях участка водозабора [1].

Здесь распространены водоносные горизонты юргинской свиты верхнего девона (D_{3jr}) и аллювиальных отложений надпойменных террас р. Оби. Водоносный горизонт юргинской свиты в пределах участка распространен повсеместно. В разрезе более всего обводнена кора выветривания (рис. 2, 3).

Водоносный горизонт аллювиальных отложений IV надпойменной террасы р. Оби (a_4Q_{II}) в пределах эксплуатируемых скважин водозабора распространен также повсеместно.

Водообильность пород юргинской свиты в пределах IV надпойменной террасы р. Оби характеризуется удельными дебитами от 0,4 до 1,6 л/с, коэффициент водопроницаемости, рассчитанный графо-аналитическим методом составляет 190-300 м²/сут.

Водообильность отложений юргинской свиты в пределах Приобского плато несколько ниже – удельные дебиты составляют 0,07-0,4 л/с. Большая водообильность в пределах IV террасы связана с подпором подземных вод Новосибирским водохранилищем и хорошей связью подземных вод с поверхностными.

Питание трещинных вод палеозоя осуществляется как за счет инфильтрации атмосферных осадков, так и за счет поверхностных вод из водохранилища.

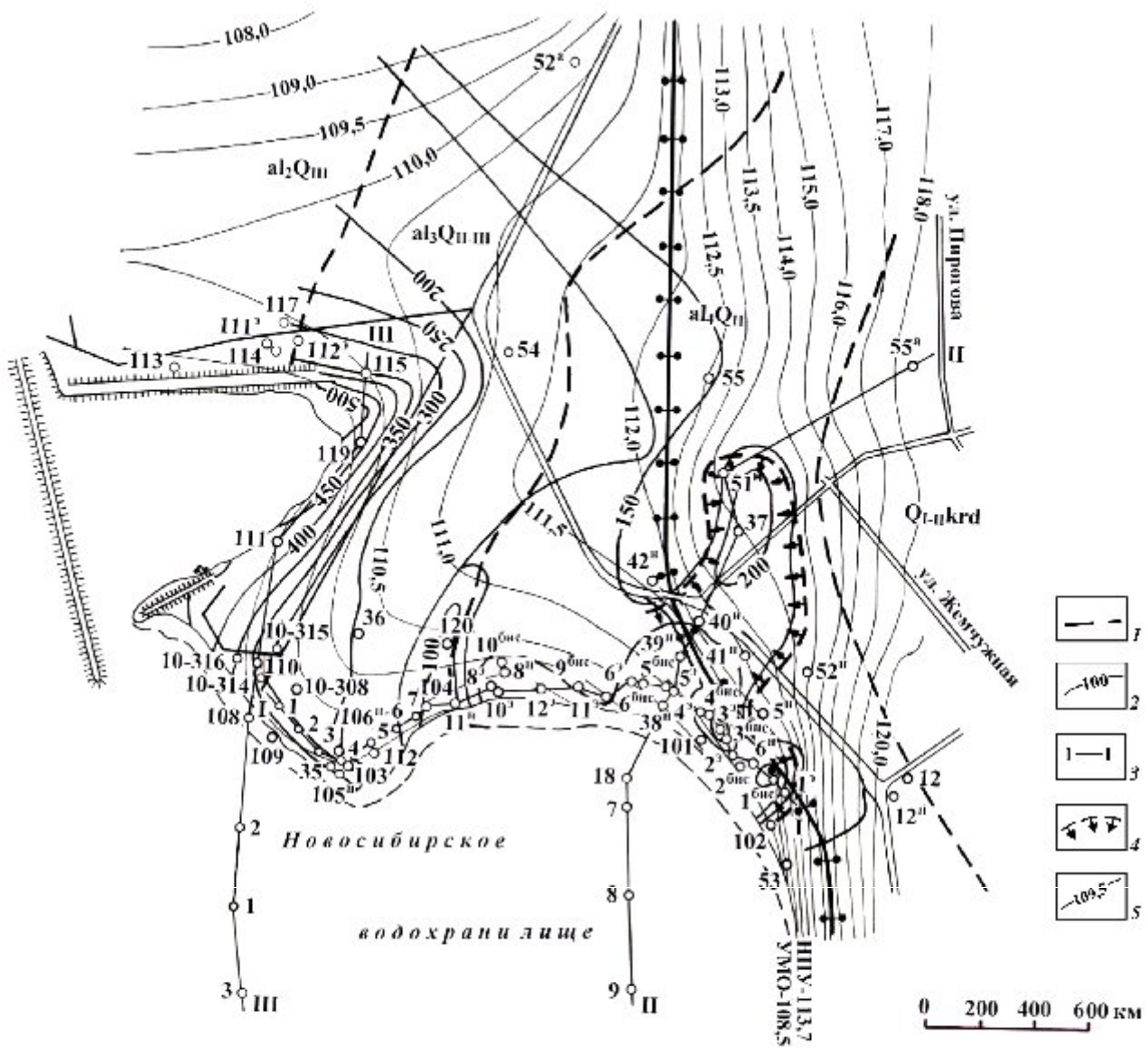


Рис. 1. Гидрогеологическая карта
 1 – границы распространения водоносных горизонтов и комплексов; 2 – границы участков с различной водопроницаемостью; 3 – линии гидрогеологических разрезов; 4 – контур распространения гравийно-галечниковых отложений; 5 – гидроизогипсы до начала эксплуатации водозабора, апрель 1960 г.

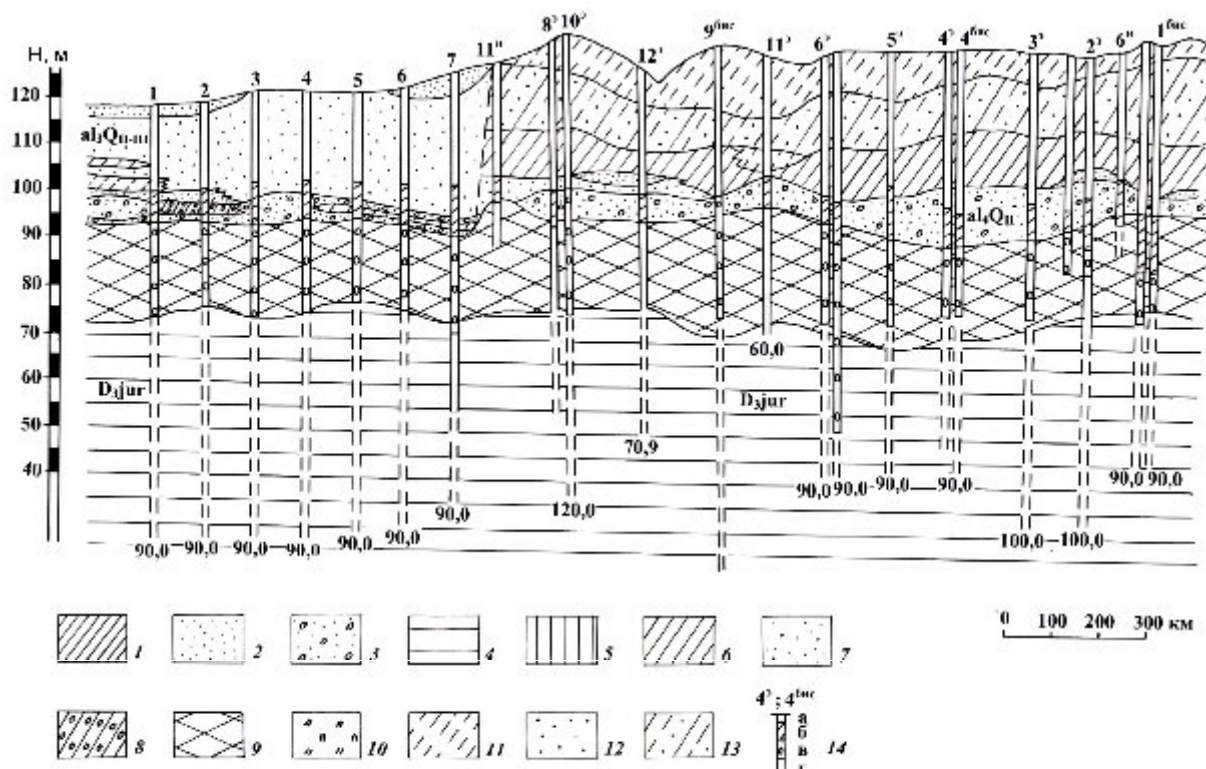


Рис. 2. Гидрогеологическая карта. Разрез по линии I-I.

1 – суглинок тяжелый; 2 – песок мелко- и тонкозернистый; 3 – галечник с разнозернистым песчаным заполнением; 4 – песчано-глинистые сланцы; 5 – глина; 6 – суглинок легкий; 7 – песок разнозернистый; 8 – галечник с суглинистым заполнением; 9 – обводненная кора выветривания песчано-глинистых сланцев; 10 – торф; 11 – супесь; 12 – песок крупнозернистый; 13 – переслаивание суглинков супеси и песков; 14 – эксплуатационные скважины колонкового бурения: а – обсадная труба, б – проволочный фильтр, в – дырчатый фильтр, г – скважина без обсадки.

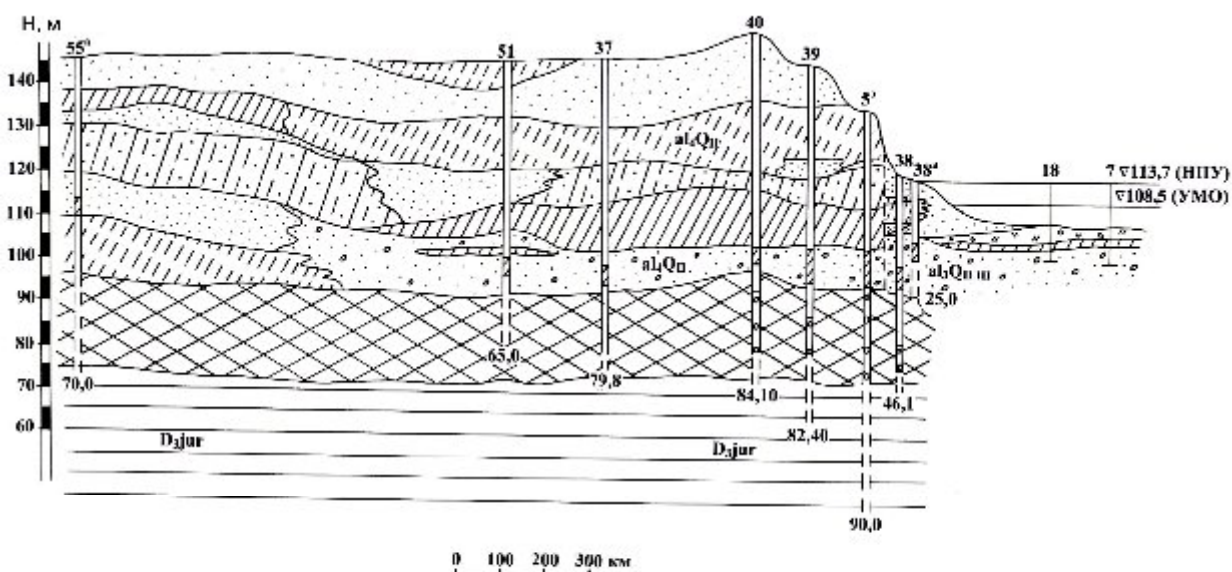


Рис. 3. Гидрогеологическая карта. Разрез по линии II-II (условные обозначения на рис. 2).

Аллювиальные отложения IV надпойменной террасы р. Оби развиты в пределах участка водозабора вдоль берега Новосибирского водохранилища полосой до 1,5 км. Поверхность террасы неровная, имеет уклон в сторону водохранилища и осложнена невысокими буграми и грядами эолового происхождения. Абсолютные отметки ее поверхности изменяются от 124 до 161 м. Литологический состав отложений IV надпойменной террасы неоднороден, как в вертикальном разрезе, так и в горизонтальном и представлен в основном песчаным материалом. Гранулометрический состав разнороден: наряду с тонкозернистыми песками развиты пески разнородные с гравием и галькой и гравийно-галечниковые отложения. Причем верхняя часть террасы сложена преимущественно суглинками с подчиненным распространением мелкозернистых песков и супесей. Мощность этих отложений составляет 23,0-35,0 м. Нижнюю часть разреза слагают песчано-гравийно-галечниковые отложения мощностью от 4 до 14 м. К северо-востоку от скважины 1³-6³ прослеживается горизонт гравийно-галечниковых отложений (графическое приложение 1-а), которые постепенно сменяются мелко- и тонкозернистыми песками с прослоями супесей и суглинков.

Водозабор подземных вод расположен на IV террасе р. Оби, поэтому характеристика отложений приводится по скважинам водозабора. Основной водоносный горизонт приурочен к разнородным пескам мощностью от 6 (скв. 1³) до 15,0 м (скв. 2³, 2^{бис}), залегающим и на коренных отложениях юргинской свиты верхнего девона (рис. 2, 3).

В связи с локальным распространением элювиальных глин, воды аллювиальных отложений имеют тесную гидравлическую связь с трещинными водами юргинской свиты на участках, где элювиальные глины отсутствуют.

Гидрогеологические условия IV надпойменной террасы р. Оби определяются также и близостью Новосибирского водохранилища, после заполнения которого (1959 г.) произошел подъем уровней подземных вод за счет их подпора.

В пределах участка водозабора, водоносный горизонт IV надпойменной террасы и трещиноватой зоны юргинских отложений эксплуатируется совместно, что обеспечивает высокие дебиты скважин (до 30-40 л/с). Абсолютные отметки статического уровня зафиксированы на глубине 103,0-112,0 м. Водопроницаемость отложений, определенная на стадии разведки, составила 94-275 м²/сут для скважин, пробуренных в пределах 4-й надпойменной террасы и в пределах Приобского плато.

Водоносный комплекс аллювиальных отложений IV надпойменной террасы и трещиноватых пород палеозоя в основном безнапорный. Небольшие напоры местного характера наблюдаются в скважинах, где песчаная часть разреза перекрыта плотными суглинками. Питание водоносного горизонта (комплекса) происходит путем инфильтрации атмосферных осадков, за счет подтока со стороны Приобского плато и подпора Новосибирского водохранилища.

Таким образом, формирование режима подземных вод и их притока к скважинам водозабора обусловлено сложными гидрогеологическими

условиями и переменным уровнем режимом водохранилища. В пределах акватории водохранилища основной водоносный горизонт перекрыт сверху суглинисто-супесчаными осадками поймы с низкими фильтрационными свойствами. Поэтому при эксплуатации водозабора уровни в скважинах снижаются до отметок меньших уровня воды в водоеме. Это приводит к возникновению с большими градиентами грунтовых вод от водоема к скважинам и одновременно к инфильтрации из водоема в грунт. При этом толща аллювиальных отложений является очень эффективным очищающим фильтром. Однако этот естественный фильтр работает эффективно при условии не нарушения критической отметки уровней в скважинах. Она рассчитана нами и составляет – 98 м. При отметках в эксплуатационных скважинах ниже этой величины создаются такие градиенты потоков, при которых очищающая способность грунтов значительно снижается.

После многолетней эксплуатации защитного пляжа было решено пополнить его разрушенную часть привозным грунтом. Тонкозернистые и мелкозернистые пески привозили баржами из Бердского залива (район с. Морозово, рис. 4). Место взятия этих песков, как позднее выяснилось, является очагом гидробионтов (олигохеты, нематоды, простейшие и др.). Так попали гидробионты на пляж Академгородка. При снижении критической отметки уровней воды в скважинах (это наблюдается особенно по скв. 3³) создавались градиенты потоков подземных вод, при которых коконы гидробионтов попадают в эксплуатационные скважины, а затем в водопроводную сеть [2].

Для выяснения того, каким образом гидробионты из водохранилища попадают в эксплуатационные скважины водозабора, нами проведена серия опытов с трубкой Дарси, эксперименты проводились в момент пика размножения и развития гидробионтов. Проводилось сравнение результатов биологического анализа проб воды (объем 5 л) непосредственно из водоема и проб вод взятых в том же месте, но фильтрованной через слой песка в трубке Дарси при трех различных градиентах напора (три варианта). Песок взят здесь же с пляжа в 45 м от уреза воды. Результаты экспериментов позволили сделать вывод, что при фильтрации через песчано-гравийные отложения поверхностных вод гидробионты попадают как из грунтов, так и из придонного слоя воды, а их количество возрастает с увеличением градиентов потока. Нами разработаны рекомендации по оптимальной эксплуатации водозабора.

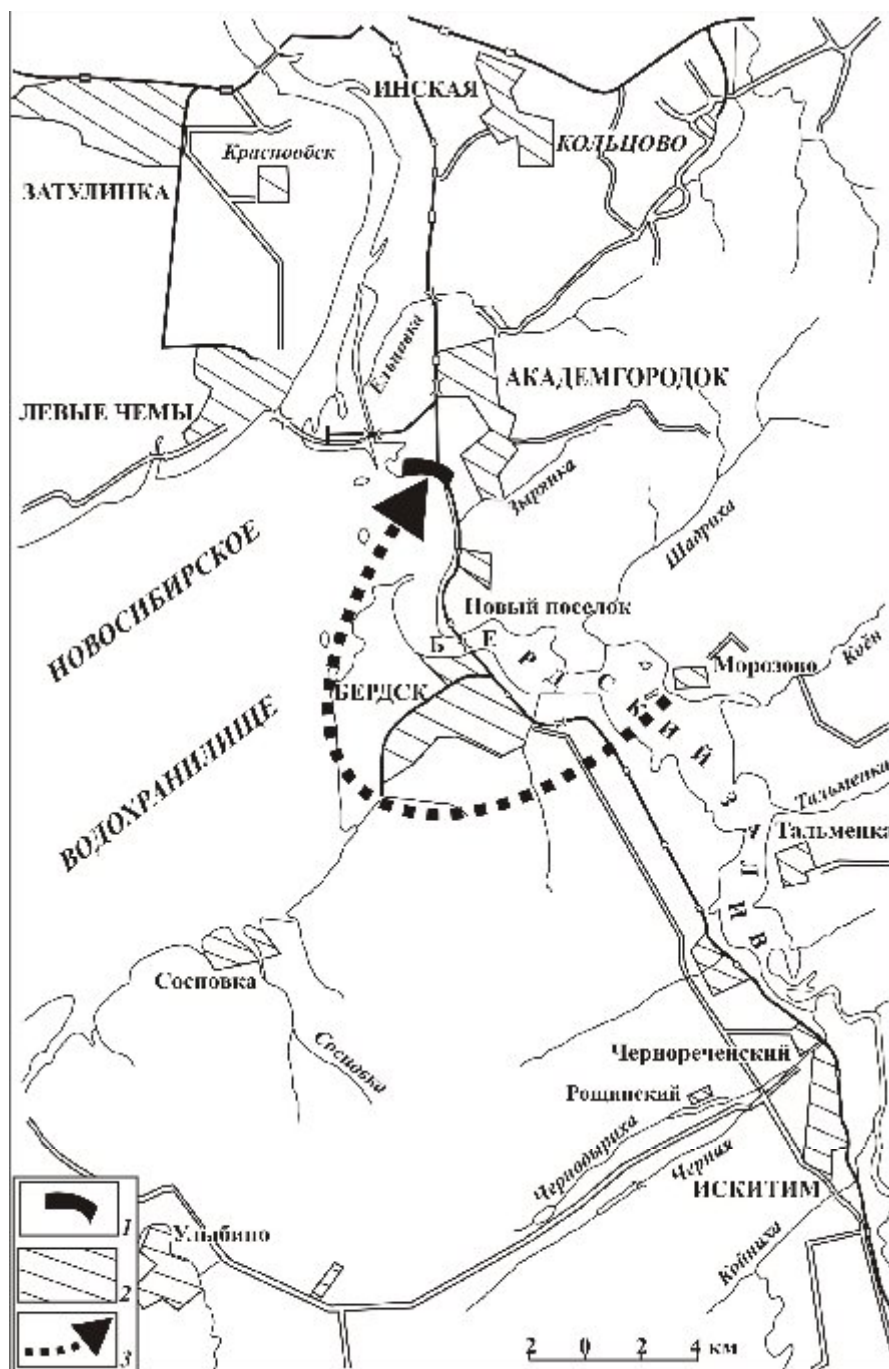


Рис. 4. Обзорная карта района работ
 1 – пляж и водозабор ННЦ; 2 – территория застройки; 3 – завоз грунта с гидробионтами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кусковский В.С., Кашеваров А.А., Рыбакова С.Т., Оценка запасов подземных вод инфильтрационного водозабора. Новосибирск: Наука, 2004, 156 с.
2. Kuskovsky V.S. Hydrobionts and infiltration water intakes // Science for watershed conservation multidisciplinary approaches for natural resource management. Ulan-Ude. 2004, Vol. 2, pp.182-183.