

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОЙ ВОДОЙ ЖИТЕЛЕЙ Г. БАРНАУЛА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)

Д.А. Бычков, В.М. Иванов, Т.Ю. Родивилина, Г.О. Клейн, П.В. Иванова

В связи с экономическим кризисом проблема обеспечения населения питьевой водой резко обострилась. Вследствие выхода из строя отслуживших водозаборных скважин, износа водопроводных сетей, сооружений и оборудования происходит загрязнение водоисточников, сокращается объем подачи питьевой воды на душу населения. Из-за отсутствия финансовых средств нарушаются санитарные требования хозяйственной деятельности в зонах санитарной охраны водозаборов и в водоохраных зонах рек.

**Барнаул** имеет два источника централизованного питьевого водоснабжения: поверхностные воды р. Оби и подземные воды.

Из р. Оби вода забирается в систему городского водопровода двумя речными водозаборами, расположенными на левом берегу реки выше по течению относительно основной территории застройки города.

Первый речной водозабор (1965 г.), производительностью 100 тыс.м<sup>3</sup>/сутки, руслового типа с двумя нитками всасывающих трубопроводов. Насосная станция – круглая в плане диаметром 22 м глубиной 18 м, совмещена с приемной камерой; установлено 4 насоса Д 1700-90. Эксплуатация водозабора в настоящее время практически прекращена в связи с очень активным процессом перемещения донных наносов в месте размещения оголовков всасывающих труб.

Второй речной водозабор (1983 г.), производительностью 230 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, ковшевого типа. Насосная станция – круглая в плане диаметром 32 м глубиной 16 м, совмещена с водоприемными камерами; установлено 6 насосов ЦН-3000-197.

Насосные станции первого и второго речных водозаборов по напорным водоводам подают воду к одной насосно-фильтровальной станции, расположенной на окраине города.

На насосно-фильтровальной станции имеются две площадки очистки речной воды производительностью 200 и 100 тыс.м<sup>3</sup>/сутки. На площадках установлены: смесители вихревого типа, горизонтальные отстойники, скорые фильтры, блок реагентного хозяйства, хлораторные.

После очистки вода подается в 5 резервуаров чистой воды, каждый емкостью по 3000 м<sup>3</sup>. Из резервуаров вода по трем ниткам водоводов диаметром 900, 1200, 1400 мм, самотеком поступает на площадку насосной станции II-го подъема.

Насосная станция II-го подъема, производительностью 409 тыс. м<sup>3</sup>/сутки, подает воду в два резервуара емкостью по 10 тыс. м<sup>3</sup> каждый, размещенные на площадке насосной станции III-го подъема, и частично – в разводящие сети.

Насосная станция III-го подъема производительностью 182 тыс.м<sup>3</sup>/сутки, подает воду в разводящие сети.

Подземные воды, для питьевого водоснабжения населения города, забираются с двух площадок.

Первый подземный водозабор, производительностью 15 тыс.м<sup>3</sup>/сутки (1951 г.), расположен в районе речного порта. Вода из скважин подается в резервуары, общей емкостью 1100 м<sup>3</sup>, и далее, НС II-го подъема – в разводящие сети.

Второй подземный водозабор, производительностью 15 тыс.м<sup>3</sup>/сутки (1949 г.), расположен в центральной части города на территории одного из заводов. Вода из скважин подается в резервуар емкостью 800 м<sup>3</sup>, из которого НС - II-го подъема подается в резервуары, общей емкостью 4300 м<sup>3</sup>, и далее, НС III-го подъема – в разводящие сети.

Общая протяженность магистральных водоводов в г. Барнауле – 81 км, протяженность разводящих сетей – 524,5 км.

Основным недостатком в системе водоснабжения г. Барнаула является преимущественное использование поверхностных вод р. Оби.

Город Барнаул, исходя из этого факта, не имеет надежной резервной схемы обеспечения питьевой водой населения в кризисных ситуациях, к которым можно отнести:

1. Аварийный сброс неочищенных сточных вод городов Горно-Алтайска, Бийска, Рубцовска, Алейска, расположенных выше по течению р. Оби и ее притоков, происходящих периодически (последний случай произошел в феврале 1999 г.);

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОЙ ВОДОЙ ЖИТЕЛЕЙ Г. БАРНАУЛА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)

2. Аварийное состояние первого речного водозабора, дающего третью часть питьевой воды городу;

3. Недостаточная мощность станции очистки речной воды, слабое реагентное хозяйство, постоянный дефицит в поставках реагентов.

Аварийная резервная схема обеспечения населения города питьевой водой возможна при суммарном гарантированном водоотборе подземных вод в количестве 50-60 тыс.м<sup>3</sup>/сутки, с подачей их, по независимой схеме, во все имеющиеся в городе резервуары чистой воды (общей емкостью 93100 м<sup>3</sup>), с использованием существующих сетей водопровода.

Сложная обстановка с обеспечением населения питьевой водой, обострившаяся в период общего кризиса экономики, выдвигает на первый план следующие проблемы:

1. В силу того, что срок службы водозаборных скважин составляет в среднем 20-25 лет, около 40% от их числа вышли из строя, для предотвращения загрязнения водоносных горизонтов требуется тампонаж старых и бурение новых скважин. Водозаборы подземных вод в г. Барнауле практически не имеют зон санитарной охраны и подлежат закрытию.

2. Прекращено строительство групповых водопроводов. Требуется его возобновление и реконструкция.

3. Необходимо обеспечить санитарную охрану водозаборов, то есть восстановить ограждение зон санохраны I пояса, разработать, согласовать и утвердить проекты зоны санитарной охраны 2-го и 3-го поясов, установить знаки водоохранных зон и прочие мероприятия. Речной водозабор № 1 в г. Барнауле не имеет никакого ограждения. На обоих речных водозаборах г. Барнаула нет документально обоснованных границ второго и третьего поясов зон санитарной охраны.

4. Несмотря на вполне достаточные разведанные запасы подземных водоводов, в объеме 313,4 тыс.м<sup>3</sup>/сутки, освоение их не ведется из-за отсутствия финансирования в нужном объеме.

5. Несомненным фактом для города является почти полное прекращение работы первого речного водозабора, в связи занесением русловых оголовков (результат сложившихся неблагоприятных деформаций русла р. Оби), если не будут выделяться средства для его реставрации.

6. В связи с ужесточением требований по качеству забираемых для питьевого водоснабжения подземных вод, в ближайшие годы потребуются закрытие первого и второго водозабора подземных вод. Эти водозаборы

находятся в черте плотной застройки и не имеют зон санитарии охраны.

7. Для устранения потенциального дефицита питьевой воды, в объеме 100-120 тыс.м<sup>3</sup>/сутки, необходимо начать активное освоение утвержденных запасов подземных вод Власихинского месторождения.

8. В целях максимального использования мощности второго речного водозабора потребуются его реконструкция, а также станции очистки, с увеличением мощности на 30% от действующей.

9. В значительных объемах предусматривается перекладка ветхих сетей водопровода.

Современное состояние и степень износа централизованного водоснабжения г. Барнаула дано в табл. 1.

**Барнаул** имеет генеральную схему канализования территории города, согласно которой очистка сточных вод города производится на двух станциях очистки КОС-1 и КОС-2.

Сточные воды центральной и нагорной части города. По коллекторам с помощью 6 канализационных насосных станций, подаются на КОС-1, производительностью 200 тыс.м<sup>3</sup>/сутки, расположенные в п. Восточный.

Сточные воды остальной части города через систему коллекторов и канализационные насосные станции (4 станции) поступают на КОС-2 и частично на КОС-1.

На очистных сооружениях производится полная механическая и биологическая очистка сточных вод, которые после этого, через рассеивающие выпуски, сбрасываются в р. Обь.

В г. Барнауле сложилась крайне опасная ситуация с подачей стоков на станцию очистки КОС-1. Главный коллектор диаметром 1500 мм длиной 2370 м, проходящий вдоль полотна железной дороги Барнаул-Новосибирск, из-за коррозии находится в аварийном состоянии. Для решения этой проблемы требуется укладка нового коллектора, без остановки действующего.

При вводе в эксплуатацию сооружений КОС-1 (1971 г.) не был построен, предусматриваемый проектом, цех механического обезвоживания сырого осадка. Сброженный сырой остаток, ввиду его не доочистки, перемещался на иловые площадки в течение более 20 лет. Накопленный объем сырого осадка более 700 тыс. тонн. Высокое содержание солей тяжелых металлов в сыром осадке делает его непригодным к дальнейшему использованию в качестве удобрения на сельскохозяйственных землях. Иловые площадки находятся в низкой левобережной пойме р. Оби, затопливаемой при паводках высокой обеспеченности. В случае прорыва дамб иловых площа-

док и смыва даже части объема накопленного осадка возникает ситуация экологической катастрофы в р. Оби ниже города Барнаула, что влечет полное прекращение забора воды для питьевого водоснабжения в городах Камень-на-Оби и Новосибирск.

Необходимо принятие конкретных мер по нейтрализации накопленного осадка, путем выделения из него солей тяжелых металлов и последующего вывоза экологически чистого остатка на ближайшие сельхозугодия в качестве удобрения. Одновременно необходимо строительство цеха механического обезвоживания, для последующей нормальной очистки твердого осадка КОС-1.

#### **Аварийность на сетях водопровода г. Барнаула в 1990-1996 гг.**

В настоящее время из общей протяженности водопроводных сетей 68 % составляют трубопроводы из чугуна, немногим менее 30 % - стальные трубы.

Низкий срок службы стальных труб (15 лет), при их значительном объеме, обуславливает существенный процент износа сетей в целом. По состоянию на 1.01.97 г. 214 км (35,6 % от общей протяженности сетей) водопроводных сетей города имеют износ близкий к 100%, 106,2 км от 75% до 100%. Более 80 % сетей введено в эксплуатацию до 1984 года. В последние годы прирост объемов амортизированных трубопроводов (более 100%) существенно увеличился и составляет 15-20 км в год.

Канализационная самотечная сеть города выполнена из керамических, чугунных, железобетонных труб. До настоящего времени эксплуатируется деревянный выпуск канализации из здания по пр. Ленина, 11 (Дворец бракосочетания). По состоянию на 1.01.97 из

общей протяженности сетей 446,6 км, 103,6 км (20,9%) имеют износ близкий к 100%.

Высокий износ сетей, низкое качество работ при строительстве, обуславливают высокий потенциал аварийности. Другой причиной предопределяющей рост аварийности являются неблагоприятные геологические условия. В основной массе водопроводные линии проложены в лессовидных суглинках (супесях), имеющих просадочные свойства. Подвижки грунта, вызываемые погодными условиями (замерзание, оттаивание, замачивание), в сочетании с внутренним давлением сети, приводят к повреждениям трубопроводов: раскол раструба, перелом труб и т.п.

Данные таблиц 2 и 3 наглядно иллюстрируют прямую зависимость количества аварийных повреждений от срока эксплуатации трубопроводов.

Ввиду значительной протяженности водопроводных сетей и существенных перепадов высотных отметок от 140 м до 242 м (т.е. более 100 м) создаются существенные трудности в обеспечении стабильных нормативных напоров на сетях водопровода. Создание высоких напоров на насосных станциях вызывает рост аварийности на сетях и является недопустимым в городских условиях. В целях снижения сверхнормативного давления напорно-разводящая сеть по условиям высотного расположения по рельефу местности и удаленности от головных сооружений водоподдачи разбита на 5 зон и одну подзону, в зависимости от групп подающих насосов и необходимости обеспечения требуемых напоров.

Следует отметить, что в последние годы благодаря проведению предупредительных ремонтов удалось относительно стабилизировать удельную аварийность на уровне 0,8 повреждений на 1 км водопроводных сетей и 0,012 повреждений на 1 км сетей канализации.

Таблица 1

#### **Аварийность на сетях канализации г. Барнаула в 1990-1996 гг.**

| № | Год  | Общая протяженность сетей, км | Кол-во повреждений, ед. | Удельное кол-во повр. на 1 км |
|---|------|-------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1 | 1990 | 465,0                         | 4                       | 0,005                         |
| 2 | 1991 | 478,1                         | 9                       | 0,02                          |
| 3 | 1992 | 484,5                         | 13                      | 0,023                         |
| 4 | 1993 | 487,4                         | 6                       | 0,012                         |
| 5 | 1994 | 492,1                         | 6                       | 0,012                         |
| 6 | 1995 | 495,8                         | 6                       | 0,012                         |
| 7 | 1996 | 495,9                         | 6                       | 0,012                         |

НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОЙ ВОДОЙ ЖИТЕЛЕЙ Г. БАРНАУЛА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)

Таблица 2

Оценка степени износа на 1998 г сооружений водоснабжения г. Барнаула

| Наименование сооружения                 | Характеристика            |                                                                                                                                                                                        |                          | Год постройки | Год реконструкции | Степень износа % |
|-----------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|---------------|-------------------|------------------|
|                                         | мощн. ед.изм.             | характеристика                                                                                                                                                                         | длина, км<br>диаметр, мм |               |                   |                  |
| 1                                       | 2                         | 3                                                                                                                                                                                      | 4                        | 5             | 6                 | 7                |
| <b>Водозаборы</b>                       | 1000 м <sup>3</sup> /сут  |                                                                                                                                                                                        |                          |               |                   |                  |
| 1-й речной р. Обь                       | 100,0                     | Трубчатые русловые оголовки 2 нитки                                                                                                                                                    |                          | 1965          |                   | 100              |
| 2-ой речной р. Обь                      | 230,0                     | ковшевого типа                                                                                                                                                                         |                          | 1983          |                   | 19               |
| 1-й подземных вод                       | 15,0                      |                                                                                                                                                                                        |                          | 1951          |                   | 79               |
| 2-й подземных вод                       | 10,0                      |                                                                                                                                                                                        |                          | 1949          |                   | 83               |
| <b>Водоводы</b>                         |                           |                                                                                                                                                                                        |                          |               |                   |                  |
| 1-го речного                            |                           |                                                                                                                                                                                        | 2 нитки, D=1000, L=1,368 | 1965          |                   |                  |
| 2-го речного                            |                           |                                                                                                                                                                                        | 2 нитки, D=1200, L=9,3   | 1983          |                   |                  |
| <b>Насосные стан.</b>                   | м <sup>3</sup> / час      |                                                                                                                                                                                        |                          |               |                   |                  |
| 1-го речного водозабора                 | 5000                      | круглая D=22 м, глубиной 18 м, 4 насоса Д 1700-90                                                                                                                                      |                          | 1965          |                   | 95               |
| 2-го речного водозабора                 | 12000                     | круглая D=32, глубиной 16 м, р./з., 6 насосов ЦН-3 000-197                                                                                                                             |                          | 1983          |                   | 15               |
| 1-й подземных вод                       | 750                       | скважины ЭЦВ-8-10-12                                                                                                                                                                   |                          | 1951          |                   | 100              |
| 2-й подземных вод                       | 400                       | скважины ЭЦВ-8-10-12                                                                                                                                                                   |                          | 1949          |                   | 100              |
| Насосная станция II-го подъема          | 1700                      | полузаглуб, 74x13,5 м 12 насосов 20 НДС                                                                                                                                                |                          | 1966          | 1994              | 56               |
| Насосная станция III-го подъема         | 7500                      | полузаглуб, 12x54 м 4 насоса 18НДН                                                                                                                                                     |                          | 1985          |                   | 24               |
| Водоводы насосных ст. подкачки          |                           |                                                                                                                                                                                        | D= 900-1200-1400 , L=81  |               |                   |                  |
| <b>Станция очистки воды</b>             | тыс. м <sup>3</sup> / час | смесители вихревого типа, горизонтальные отстойники 33 шт, скорые фильтры - 21 шт., резервуары-усреднители, реагентного х-ва хлороборные, резервуары чистой воды 5x3000 м <sup>3</sup> |                          | 1965          | 1970              | 45               |
| - первая площадка                       | 200                       |                                                                                                                                                                                        |                          |               |                   |                  |
| - вторая площадка                       | 100                       |                                                                                                                                                                                        |                          | 1986          | 1994              | 33               |
| Город. сети воды                        | км                        |                                                                                                                                                                                        | 524,5                    | 1919-88       |                   | 63               |
| <b>Канализационные очистные сооруж.</b> | м <sup>3</sup> /сут       |                                                                                                                                                                                        |                          |               |                   |                  |
| КОС- 1                                  | 200                       |                                                                                                                                                                                        |                          | 1971          | 1982              | 100              |
| КОС-2                                   | 190                       |                                                                                                                                                                                        |                          | 1983          |                   | 80               |
| Канализационные сети                    |                           |                                                                                                                                                                                        | 452,0                    | 1925 1998     |                   | 63               |

**Аварийность на сетях водопровода г. Барнаула в 1990-1996 гг.**

Таблица 3

| № | Год  | Общая протя-<br>жен-<br>ность<br>сети,<br><br>км | Общее<br>коли-<br>чество<br>по-<br>вреж-<br><br>дений,<br><br>еди-<br>ниц | На сталь-<br>ных трубо-<br>проводах |                  | На чугунных трубопроводах   |                  |                                  |                                         | Удель-<br>ное<br>кол-во<br>повре-<br>жде-<br>ний<br>на 1 км<br>сети |
|---|------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------|----------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|   |      |                                                  |                                                                           | Процент<br>амортиза-<br>ции         |                  | Процент<br>амортиза-<br>ции |                  | Характер<br>повреждений          |                                         |                                                                     |
|   |      |                                                  |                                                                           | до<br>50%                           | вы-<br>ше<br>50% | до<br>50<br>%               | вы-<br>ше<br>50% | Стыко-<br>вые<br>соеди-<br>нения | раскол<br>раструба и<br>перелом<br>труб |                                                                     |
| 1 | 1990 | 574,5                                            | 462                                                                       | 9                                   | 159              | 32                          | 345              | 262                              | 115                                     | 0,8                                                                 |
| 2 | 1991 | 581,1                                            | 420                                                                       | 7                                   | 77               | 28                          | 308              | 216                              | 120                                     | 0,7                                                                 |
| 3 | 1992 | 590,8                                            | 456                                                                       | 12                                  | 155              | 25                          | 274              | 190                              | 109                                     | 0,8                                                                 |
| 4 | 1993 | 592,3                                            | 395                                                                       | 4                                   | 74               | 31                          | 286              | 193                              | 124                                     | 0,7                                                                 |
| 5 | 1994 | 596,5                                            | 475                                                                       | 6                                   | 118              | 48                          | 305              | 239                              | 114                                     | 0,8                                                                 |
| 6 | 1995 | 600,4                                            | 486                                                                       | 3                                   | 164              | 54                          | 265              | 213                              | 106                                     | 0,8                                                                 |
| 7 | 1996 | 602,4                                            | 489                                                                       | 10                                  | 138              | 42                          | 299              | 218                              | 123                                     | 0,8                                                                 |

Для улучшения обеспечения чистой водой населения г. Барнаула по постановлению администрации Алтайского края от 24 августа 1998 года № 525 в соответствии с Концепцией федеральной целевой программы «Обеспечение населения России питьевой водой», утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 6 марта 1998 г. № 292 разработана **“Региональная программа обеспечения населения Алтайского края питьевой водой”** (в дальнейшем – программа).

Постановлением администрации Алтайского края № 525 функции государственного заказчика программы возложены на комитет природных ресурсов по Алтайскому краю.

Программа разработана акционерным обществом “Алтайводпроект” совместно с комитетом природных ресурсов по Алтайскому краю, с участием Главного управления сельского хозяйства и продовольствия администрации Алтайского края и комитета администрации края по жилищно-коммунальному и газовому хозяйству, а также краевого центра Госсанэпиднадзора.

Основная задача программы: на основе системного анализа современного состояния питьевого водоснабжения и обеспеченности водными ресурсами определить конкретные мероприятия и требуемые материально-финансовые ресурсы для сохранения систем

питьевого водоснабжения в работоспособном и удовлетворительном санитарно-гигиеническом состоянии в ближайшие годы с наименьшими финансовыми затратами, а в последующие годы – более интенсивного развития коммунального водоснабжения и водоотведения в населенных пунктах, с экономным использованием питьевой воды.

Решение перечисленных проблем может быть осуществлено до 2010 г. поэтапно

В программе достижение поставленных целей предусматривается в три этапа.

На первом этапе намечается осуществление следующих мероприятий:

- улучшение качества подаваемой воды в г. Барнауле за счет реконструкции сооружений систем водоподготовки и совершенствования технологии,

- восстановление зон санитарной охраны и водоохраных зон всех источников питьевого водоснабжения.

На втором этапе намечается:

- завершение работ по восстановлению систем питьевого водоснабжения в сельских населенных пунктах и начало работ по их расширению,

- начало работ по расширению использования подземных вод в г. Барнауле с целью создания гарантированных источников питьевого водоснабжения на случай возникновения чрезвычайных ситуаций,

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОЙ ВОДОЙ ЖИТЕЛЕЙ Г. БАРНАУЛА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)

- начало работ по реконструкции системы канализации в г. Барнауле,
- улучшение систем водоснабжения и канализации других городов края.

На третьем этапе предусматривается завершить наиболее капиталоемкие мероприятия, которые позволят в несколько раз улучшить питьевое водоснабжение населения края:

- создание в г. Барнауле водозабора подземных вод мощностью 50,0 тыс. м<sup>3</sup>/сутки;
- завершение работ по реконструкции вышедших из строя главных канализационных коллекторов и сооружений очистки сточных вод;
- завершение работ по созданию системы питьевого водоснабжения и канализации;
- продолжение строительства новых разводящих сетей сельских групповых водопроводов.

Сравнительный анализ водозаборов поверхностных и подземных вод, для обеспечения населения городов питьевой водой с позиций гарантированной подачи необходимых объемов требуемого качества воды в течение года, показывает явное преимущество варианта использования подземных вод. Вызвано это очень сильным антропогенным загрязнением поверхностных водоисточников, в связи с крайне низким уровнем очистки сточных вод, попадающих в эти водоисточники с территории городов, промышленных предприятий и поверхностного стока с сельскохозяйственных угодий. Факты залповых сбросов недостаточно очищенных сточных вод из систем канализования городов и промпредприятий Бийска, Рубцовска, последние годы неоднократно приводили к аварийному состоянию системы водоснабжения г. Барнаула.

На ближайшие годы финансирование текущих затрат, связанных с содержанием водозаборов, разводящих сетей водопровода, очистных сооружений водопровода и канализации, а также некоторых мероприятий инновационных программ будет осуществляться преимущественно из прибыли предприятий за продажу воды потребителям, частично из бюджета муниципальных образований и краевого бюджета.

Начиная со второго этапа реализации программы предусматривается формирование внебюджетного фонда охраны и воспроизводства водных ресурсов из платежей за пользование водными объектами. Часть средств этого фонда будет использована для реализации мероприятий обеспечения питьевого водоснабжения и санитарной охраны водоисточников.

Требуемые материально-технические ресурсы по основной номенклатуре определены на основе физических объемов (или мощностей) программных мероприятий. Обеспечение ресурсами предусмотрено закупками непосредственно у предприятий-изготовителей продукции в Российской Федерации без импорта из зарубежья, частично у предприятий, находящихся в Алтайском крае. Трубы, металлопрокат, насосы с электродвигателями, оборудование очистных сооружений, блочно-комплектные установки химводоочистки и часть реагентов для очистки воды и стоков будут приобретаться на металлургических предприятиях Уральской области, Кемеровской области и Красноярского края. Электропогружные насосы для скважин, контрольно-измерительная аппаратура насосных станций и некоторые реагенты (сода, известь, хлор) изготавливаются предприятиями Алтайского края. Местными ресурсами обеспечено производство требуемого количества цемента, заполнителей бетона (инертных материалов), кварцевый песок, щебень. Реализация программных мероприятий зависит прежде всего от финансово-экономической базы отрасли водоснабжения в коммунальном хозяйстве населенных пунктов, основанной на государственных и отраслевых нормативно-правовых актах. Финансовые средства на первом этапе формируются в основном предприятиями из платежей за подачу воды потребителям, отчислений из прибылей по основной деятельности, частично из краевого и муниципальных бюджетов, как сферы социального развития сельских населенных пунктов. На последующих этапах увеличивается доля вовлечения средств в строительство узловых сооружений межпоселковых (групповых) систем питьевого водоснабжения из фондов охраны и восстановления водных объектов образованных в федеральном и краевом бюджетах в соответствии с законодательствами о недрах в части использования подземных вод и о плате за пользование водными объектами, а также целевые внебюджетные финансовые средства.

В целом Программа не может быть оценена только показателями экономической эффективности, в конечном итоге – это здоровье населения и гарант улучшения генофонда нации.

В случаях отбора лучших технических решений по конкретным проектам показатели эффективности могут быть оценены в сопоставительных единицах надежности системы и качества подаваемой питьевой воды или сте-

пени очистки сточных вод с наименьшими затратами.

#### **Постановка задачи**

Одним из способов решения многих проблем, связанных с водоснабжением и водоотведением г. Барнаула является использование современной вычислительной техники. Основными типами *задач*, которые вообще возникают в сфере применения компьютерных методов для инженерных коммуникаций, являются:

1. Задачи стратегического *планирования*, прогнозирования и выявления потребностей в развитии инженерных сетей.
2. Задачи конкретного *развития* и проектирования инженерных сетей.
3. Задачи *инвентаризации* объектов распределенной производственной и вспомогательной инфраструктуры предприятий инженерных сетей, ведение технической документации.
4. Задачи помощи в организации *обслуживания клиентов* и расчетов с ними за предоставляемые ресурсы (электроэнергию, воду, газ...).
5. Задачи *анализа* деятельности предприятия и качества обслуживания потребителя. Сопрягается с задачей 1.
6. Задачи оперативного *диспетчерского управления* в нормальном режиме эксплуатации.
7. Задачи *оперативного реагирования* на аварии и чрезвычайные ситуации, в том числе внешние по отношению к данной конкретной инженерной сети.
8. Задачи обеспечения профилактических и аварийных *ремонтных работ*.
9. Задачи обеспечения *взаимодействия* с другими инженерными сетями на территории, взаимодействия с другими территориальными службами и органами управления (земельным кадастром, органами охраны окружающей среды, АПУ и т.д.).
10. Задачи *мониторинга* состояния сетей и предотвращения аварийных ситуаций.

В реальной сегодняшней жизни не все эти задачи можно рассматривать как изолированные, и чем более укореняется такой комплексный подход к задачам компьютеризации деятельности предприятий инженерных сетей, тем больше появляется, с одной стороны, возможностей избежать ненужного дублирования в этих работах (например, дублирования данных, дублирования разработок), а с другой – тем более усложняются задачи построения эффективных компьютерных систем.

Методы и компьютерные технологии, используемые (или потенциально применимые) в этих задачах:

1. *Ведение и использование информационной базы по расположенным в пространстве объектам*. Эта база, по требованиям сегодняшнего дня, должна содержать связанные графический и не графический компоненты, или, что не совсем одно и то же, пространственный и описательный (атрибутивный) компоненты.

2. *Графическое отображение состояния объектов сети* (запорная арматура, выключатели) *по данным телеметрии, отображения получаемых телеметрией с удаленных датчиков числовых характеристик состояния объектов* (температура и давление в трубопроводе, падение напряжения на участке сети) *и процессов, происходящих в сети*. Возможным является также *управление удаленными устройствами*.

3. *Специальные расчеты, моделирующие какие-то процессы в сетях* или в связи с ними. Эти расчеты могут быть гидродинамическими, тепловыми, прочностными, электрическими и т.д.

4. *Задачи анализа графа* (анализ связности участков сети, например) могут иметь важное самостоятельное значение и вне связи со специфичными именно для данного конкретного типа сетей расчетами.

5. *Картографическое представление данных и изучение методами геоинформатики пространственно-временных связей явлений, процессов и действий субъектов рынка*. Здесь могут использоваться многие классические подходы ГИС, а также статистические методы, в том числе и специальный раздел статистики – пространственная статистика (Spatial Statistics).

6. *Моделирование распространения загрязнений в природных средах* (например, при разрыве газопровода или аварии очистных сооружений на канализационной сети).

7. *Чертежные работы* сопровождающиеся подручными расчетами, как специальными, так и *расчетами потребности* в материалах, оборудовании и трудозатратах – основа всех работ по созданию, содержанию и развитию сетей.

#### **Поиск решения**

Возможным решением является использование ГИС-программ. ГИС – географические информационные системы – сегодня начинают широко применяться во всем мире, да и у нас, в организациях, создающих и эксплуатирующих сети инженерных коммуника-

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОЙ ВОДОЙ ЖИТЕЛЕЙ Г. БАРНАУЛА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)

ций. Необходимость использования ГИС обусловлена тремя факторами:

1. *Самой природой* основных данных по инженерным сетям, которые представляют собой прекрасный пример равноправного сочетания данных графических, пространственных, и данных описательных, атрибутивных. ГИС и существуют для того, чтобы обеспечить средства для работы с такими данными. Этот тезис имеет отношение практически ко всем задачам, но в особенности важен для задач групп 3, 7, 8, 9, 10.

2. *Комплексной природой задач*, стоящих при работе с сетями, все более и более требующих привлечения дополнительных пространственных данных, например, по другим сетям и по городской среде. ГИС, не будучи завязаны по своим структурам данных и возможностям только на линейные и точечные объекты сетей, идеально подходят для комплексирования самых разнородных данных по принципу их пространственного положения. Это также касается практически всех задач, но в особенности 1, 2, 3, 9.

3. Развитие ГИС в состоянии своими внутренними средствами и применяемой в них моделью данных обеспечить как создание, так и проверку, корректировку и использование топологической информации по сетевым графам. То есть они предлагают общий и эффективный подход для использования методов группы 4 и частично 3, что важно для групп задач 2, 6, 7, 8.

На данный момент существует огромное количество разнообразных ГИС – от относительно небольших разработок в какой-либо области до универсальных. Однако во всем мире в настоящее время наблюдается тенденция к «универсальности» ГИС, то есть создание единого ядра программы, а разнообразные функции выполнялись бы подключаемыми модулями. Инженерные сети, рассматриваемые как объект, выдвигают, однако, специфические *требования к программному обеспечению* ГИС.

На данный момент ни одна конкретная ГИС, будучи взята в единственном числе, всех проблем не решит. Надо ориентироваться на *комплекс совместимых между собой программных средств ГИС-технологий разного уровня* как информационную основу и среду интеграции всех других компьютерных технологий.

В этом наборе для сколько-нибудь значительных по масштабам инженерных сетей обязательно должны присутствовать *серьезные коммерческие СУБД и сервера пространственных баз данных* (как правило,

построенные поверх этих СУБД). Должны *одновременно* поддерживаться два *представления сети* – *картографическое и схематическое*, связанных с общим набором атрибутов и синхронизированные между собой, так как полноценных средств автоматической генерации топологически корректных схем из картографического представления сегодня еще не существует. Может быть, лет через 5-7 ситуация изменится, что не будет очень обидно, ибо затраты на ввод схематического представления, например, фидера в электрических сетях, по сравнению с его картографически правильным представлением малы.

Для большей части пространственных данных, по крайней мере, по самим сетям, в *обоих представлениях должна обеспечиваться корректность топологии*.

И *первичное проектирование* и, в особенности, проектирование при развитии сетей, *производится в среде специализированных приложений на базе ГИС, реализующих объектный подход и способных работать также и с внешними данными, такими как рельеф и условия местности, данные земельного кадастра, данные по другим инженерным сетям города* (может быть, получаемыми с удаленного сервера для доступа только в режиме чтения), в том числе и с данными в растровой форме – подложка из цифровых ортофото и т.п.

Современная ГИС, работающая с инженерными сетями, обеспечивает:

- работу с неограниченным объемом данных, распределенных по сети,
- одновременную работу большого числа пользователей, в том числе, удаленных, в том числе в режиме многопользовательского распределенного редактирования,
- множественность представлений сети при их согласованности,
- топологическую корректность всех пространственных данных,
- использование данных телеметрии и средств дистанционного управления из-под своего интерфейса,
- объектно-ориентированный подход одновременно с послойным представлением данных,
- средства динамического взаимодействия между различными слоями; работу с адекватной моделью данных, включающей объекты в линейных системах координат, узлы как отдельный тип объектов, наложенные линейные объекты типа маршрутов, возможность работы с растром.

На сегодняшний день на рынке присутствует большое количество геоинформационных систем. Ведущими производителями являются корпорация Intergraph, ESRI, Autodesk, StarGIS. Это производители, которые держат большую часть рынка ГИС за рубежом. Форматы хранения данных этих программных совместимы между собой, и, на сегодняшний день, являются общепринятым стандартом. Но внедрению программных продуктов этих фирм предприятиями, обслуживающими инженерные сети на территории Сибири и Алтайского края препятствуют следующие обстоятельства:

1) Достаточно высока цена этих программных продуктов. Авторы статьи были в ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга», где внедрена геоинформационная система «Водопроводные и канализационные сети», созданная и доработанная на базе программного обеспечения Framme корпорации Intergraph. Одно рабочее место для пользователей этой программы стоит порядка 20000 \$, не считая затрат на доведение этой программы до насущных нужд водоканала.

2) Существенным недостатком таких систем является также то, что они предназначены, в первую очередь, для создания и пользования *географическими* данными. На Западе выделяют несколько видов геоинформационных систем: ГИС – географические информационные системы и ИГС – информационно-географические системы. Все программные продукты ведущих производителей относятся к ГИС, то есть содержат в себе мощные средства для обработки картографической информации, выполнения различных пространственных запросов. То есть, к примеру, водоканал за немалые деньги приобретет мощный программный продукт, большинство функций которого ему никогда не понадобятся. Для предприятий, обслуживающих инженерные сети на первом месте стоит не картографическая информация, а информация о состоянии сетей, их параметрах (шероховатость, диаметр, год прокладки, аварийность и т.д.). Таким требованиям отвечают так называемые ИГС (информационно-географические системы). На Западе такие системы носят название AM/FM GIS (Automated Mapping/Facility Management).

В России сейчас несколько производителей программных продуктов такого класса, то есть специально «заточенных» под нужды водоканалов, тепловых сетей, предприятий энергоснабжения и др. Ведущих производителей два – это харьковская программа «Sity-Com» ИВЦ «Поток», Санкт-Петербургская

«Zulu» компании «Политерм». Есть также множество более мелких разработок в других городах («Полис» в Новосибирске и др.).

Санкт-Петербургская компания «Политерм» работает над своей программой «Zulu» с 1991 года. Сейчас это современный программный продукт, который имеет достаточный опыт использования на территории России. В частности, ГИС «Zulu» налажена и функционирует в г. Орле, г. Великие Луки, г. Иваново, г. Гатчине. «Zulu» позволяет:

- проводить паспортизацию водопроводных и канализационных сетей, т. е. занесение в ГИС информации о текущем состоянии инженерных сетей, о структуре объектов и схемах переключения;

- осуществлять по запросам анализ переключений инженерных сетей, выдавать список потребителей, попавших под отключение;

- вести архив повреждений на сетях, анализ повреждений с целью выявления опасных участков;

- осуществлять тематическую раскраску по запросам: материал труб, диаметр, год прокладки и т.д.;

- при подключении дополнительных модулей программа позволяет осуществлять гидравлический расчет водопроводной сети, расчет гидравлического удара и т. д.

В Барнауле сегодня многие предприятия, обслуживающие инженерные сети ведут работу в данной области. МУП «Тепловые сети» г. Барнаула с 1998 года внедряет ГИС «Полис», созданную в г. Новосибирске. На сегодняшний день им удалось создать ГИС тепловых сетей г. Барнаула, ведется работа по занесению семантической информации. Препятствием к дальнейшему развитию данной программы является то, что формат хранения данных данной программы является закрытым, и не совместим с программами других производителей. МП «Теплоцентраль» (филиал «Алтайэнерго») до сегодняшнего времени занималось созданием собственной программы по тепловому и гидравлическому расчету тепловых сетей. На сегодняшний день принято решение о приобретении ГИС «Zulu» и находятся на начальной стадии – стадии занесения в ГИС графической информации. МУП «Барнаульский Водоканал» также начинает работу в данном направлении. Сейчас принято решение о приобретении программного комплекса «Zulu», с целью создания ГИС водопроводных и канализационных сетей города.

С точки зрения авторов, на данном этапе предприятиям, эксплуатирующим инженерные сети г. Барнаула, имеет смысл объединить усилия с целью создания единой геоин-

## НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЧИСТОЙ ВОДОЙ ЖИТЕЛЕЙ Г. БАРНАУЛА И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ (ГИС)

формационной системы, хранящей в себе данные о всех подземных коммуникациях города с целью снижения расходов и времени на создание ГИС. В частности, первым этапом является создание растровой подложки подземных коммуникаций города. Здесь можно разделить усилия по сканированию планшетоов масштаба 1:500, либо вместе участвовать в приобретении электронных версий у городского комитета по земельному имуществу, что позволит сэкономить время и деньги. Во вторых, часть ГИС является общей для всех инженерных служб города – это слои с дорогами, зданиями, газонами и т. д. В создании этих слоев при технической возможности также имеет смысл разделить усилия. В перспективе, возможен обмен между предприятиями слоями с инженерными коммуникациями, с целью выяснения мест их пересечения с новыми или перекладываемыми сетями.

В целом, создание единой геоинформационной системы подземных коммуникаций в г. Барнауле является насущно необходимым, так как сейчас большинство сведений, имеющих о сетях либо находятся на бумажных носителях, причем возникают трудности с их поиском и использованием, либо находятся «в голове» у старейших работников. На сегодняшний день проблема ее создания назрела и требует немедленного решения.

Роль координатора в создании ГИС и организации взаимодействия между всеми заинтересованными организациями г. Барнаула взяла на себя кафедра ТГиВВ АлтГТУ (зав. каф. – к. т. н., доцент Иванов В.М.). Кафедрой приобретена и установлена в компьютерном классе учебная версия «Zulu» и в рамках дипломного проектирования создается ГИС водоснабжения и водоотведения пос. Южный, на которой будет осуществляться обучение

специалистов и отрабатываться методики гидравлических расчетов.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Концепция* федеральной целевой программы “Обеспечение населения России питьевой водой”. Министерство природных ресурсов Российской Федерации, Москва, 1998 г.
2. *Сведения* о современном состоянии хозяйственно-питьевого водоснабжения в населенных пунктах по административным районам и городам с предложениями программных мероприятий и финансовых затрат на реализацию, представленные администрациями районов и муниципальных предприятий Водоканал.
3. *Статистические* отчеты об использовании вод по форме 2-тп (водхоз) за 1997 г. и предыдущие годы.
4. *Материалы* к Государственному докладу о состоянии окружающей природной среды Алтайского края в 1997 году. Гос. комитете по охране окружающей среды Алтайского края, Барнаул: Изд-во АГУ, 1998. Раздел 1.2 “Характеристика водных ресурсов края”.
5. *“Ресурсы* пресных и маломинерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна” под редакцией Е.В. Пинкера, Новосибирское ПГО. – М.: Недра, 1991.
6. *Отчеты* по поискам и разведке подземных вод, протоколы ГКЗ и ТКЗ за 1975-1995 гг.
7. *Гидрологические* ежегодники по бассейну р. Оби за 1985-1996 гг. ГТИ, Ленинград, Гидрометеиздат.
8. *Архивные* документы ГПИ “Алтай-гипроводохоз” и АО “Алтайводпроект” по проектно-изыскательским работам для водоснабжения населенных пунктов Алтайского края.
9. *Методические* рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов и их отбору для финансирования Госстрой, Минэкономики, Минфин и Госкомпром России. Утверждены 31.03 1994 г. №7-12/47.
10. *Материалы сайта* [www.CityCom.ru](http://www.CityCom.ru).