

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЕ УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ пос. ЮЖНЫЙ г. БАРНАУЛА)

Д.А. Бычков, В.М. Иванов, Т.Ю. Родивилина

Введение

В рамках учебного курса студенты старших курсов специальности «Водоснабжение и водоотведение» выполняют курсовой проект по дисциплине «Водоснабжение». В задачу данной работы входит: выбор населенного пункта, сбор исходной информации; расчет режимов работы водопроводных сооружений; определение минимальных, средних и максимальных расходов; определение емкости резервуаров чистой воды; определение высоты и объема регулирующей емкости (водонапорной башни); подбор насосного оборудования; осуществление поверочного гидравлического расчета водопроводной сети.

В настоящее время большинство вышеперечисленных задач студентами решаются при помощи специализированного программного обеспечения - геоинформационных систем. Они совмещают в себе преимущества наглядного графического отображения информации, легкого доступа к базам данных по нанесенным на карту объектам. В качестве примера рассмотрим состояние водоснабжения г. Барнаула, в оценке реального состояния которого студенты принимают непосредственное участие.

Гидравлическим расчетам предшествует этап сбора исходной информации. У студентов специальности «Водоснабжение и водоотведение» этим этапом является прохождение производственной практики в МУП «Барнаульский Водоканал». При их участии был проведен анализ реального состояния сетей г. Барнаула.

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 дея-

тельности 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 (1965г.) имеет производительность 100 тыс.м³/сутки руслового типа, две нитки всасывающих трубопроводов. Насосная станция, круглая в плане, диаметром 22 м глубиной 18 м, совмещена с приемной камерой, в которой 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 (1983г.) имеет производительность 230 тыс.м³/сутки ковшевого типа. Насосная станция, круглая в плане, диаметром 32 м, глубиной 16 м, совмещена с водоприемными камерами. В ней 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.м³/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 м³. 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.м³/сутки, подает воду в два резервуара емкостью по 10 тыс. м

каждый, размещенные на площадке насосной станции III-го подъема, и частично - в разводящие сети.

Насосная станция III подъема производительностью 182 тыс.м³/сутки, подает воду в разводящие сети.

Первый подземный водозабор, производительностью 15 тыс.м³/сутки (1951г.), расположен в районе речного порта. Вода из скважин подается в резервуары, общей емкостью 1100 м³ и далее, НС II-го подъема в разводящие сети.

Второй подземный водозабор, производительностью 15 тыс.м³/сутки (1949г.), расположен в центральной части города на территории одного из заводов. Вода из скважин подается в резервуар емкостью 800 м³, из которого НС II подъема подает ее в резервуары, общей емкостью 4300 м³, 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 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 1999г.).

Аварийная резервная схема обеспечения населения города питьевой водой возможна при суммарном гарантированном водоотборе подземных вод в количестве 50-60 тыс.м³/сутки, с подачей их, по независимой схеме, во все имеющиеся в городе резервуары чистой воды (емкость 93100 м³), 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 и около 40% от их числа вышли из строя, то для предотвращения загрязнения водоносных горизонтов требуется тампонаж старых и, соответственно, бурение новых скважин.

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

3. Необходимо обеспечить санитарную охрану водозаборов, то есть восстановить ограждение зон санитарной охраны 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.м³/сутки, освоение их не ведется из-за отсутствия финансирования в нужном объеме.

5. 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 санитарной охраны.

6. Для устранения потенциального дефицита питьевой воды, в объеме 100-120 тыс.м³/сутки, необходимо, после 2000 года, начать активное освоение утвержденных запасов подземных вод Власихинского месторождения.

7. В целях максимального использования мощности второго речного водозабора потребуются его реконструкция, а также, станции очистки для увеличения мощности на 30% от действующей.

8. В значительных объемах предусматривается перекладка ветхих сетей водопровода.

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

Барнаул имеет генеральную схему канализования территории города, согласно которой очистка сточных вод города производится на двух станциях очистки КОС-1 и КОС-2. По коллекторам с помощью 6 канализационных насосных станций сточные воды центральной и нагорной части города подаются на КОС-1, производительностью 200 тыс.м³/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.

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЕ УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ пос. ЮЖНЫЙ г. БАРНАУЛА)

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, затапливаемой при паводках высокой обеспеченности. В случае прорыва дамб иловых площадок 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 Каменьна-Оби и Новосибирск. Необходимо строительство цеха механического обезвоживания, для последующей нормальной очистки твердого осадка КОС-1.

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%. Ввиду того, что более 80 % сетей введено в эксплуатацию до 1984 года, в последние годы прирост объемов трубопроводов амортизированных на 100% существенно увеличился и составляет 15-20 км в год.

Канализационная самотечная сеть города выполнена из керамических, чугунных и 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 определяющей рост аварийности являются неблагоприятные геологические условия. В основной массе водопроводные линии проложены в лессовидных суглинках (супесях), имеющих посадочные 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 таблицы 1 наглядно иллюстрируют прямую зависимость количества аварийных повреждений от срока эксплуатации трубопроводов.

Таблица 1

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

№	Год	Общая протяженность сети, км	Общее количество повреждений, единиц	На стальных трубопроводах		На чугунных трубопроводах				Удельное кол-во повреждений на 1км сети
				Процент амортизации		Процент амортизации		Характер повреждений		
				до 50%	выше 50%	до 50%	выше 50%	стыковые соединения	раскол раструба и перелом 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

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, что недопустимо 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

Возможным решением многих проблем, связанных с водоснабжением является оптимизация режимов работы сетей на основе данных, полученных с использованием ГИС-программ. ГИС - географические информационные системы - сегодня начинают широко применяться во всем мире, да и у нас, в организациях, создающих и эксплуатирующих сети инженерных коммуникаций. 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 разно-

родных 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 ГИС. 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 типологически 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 картографическим правильным представлением малы.

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

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЕ УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ пос. ЮЖНЫЙ г. БАРНАУЛА)

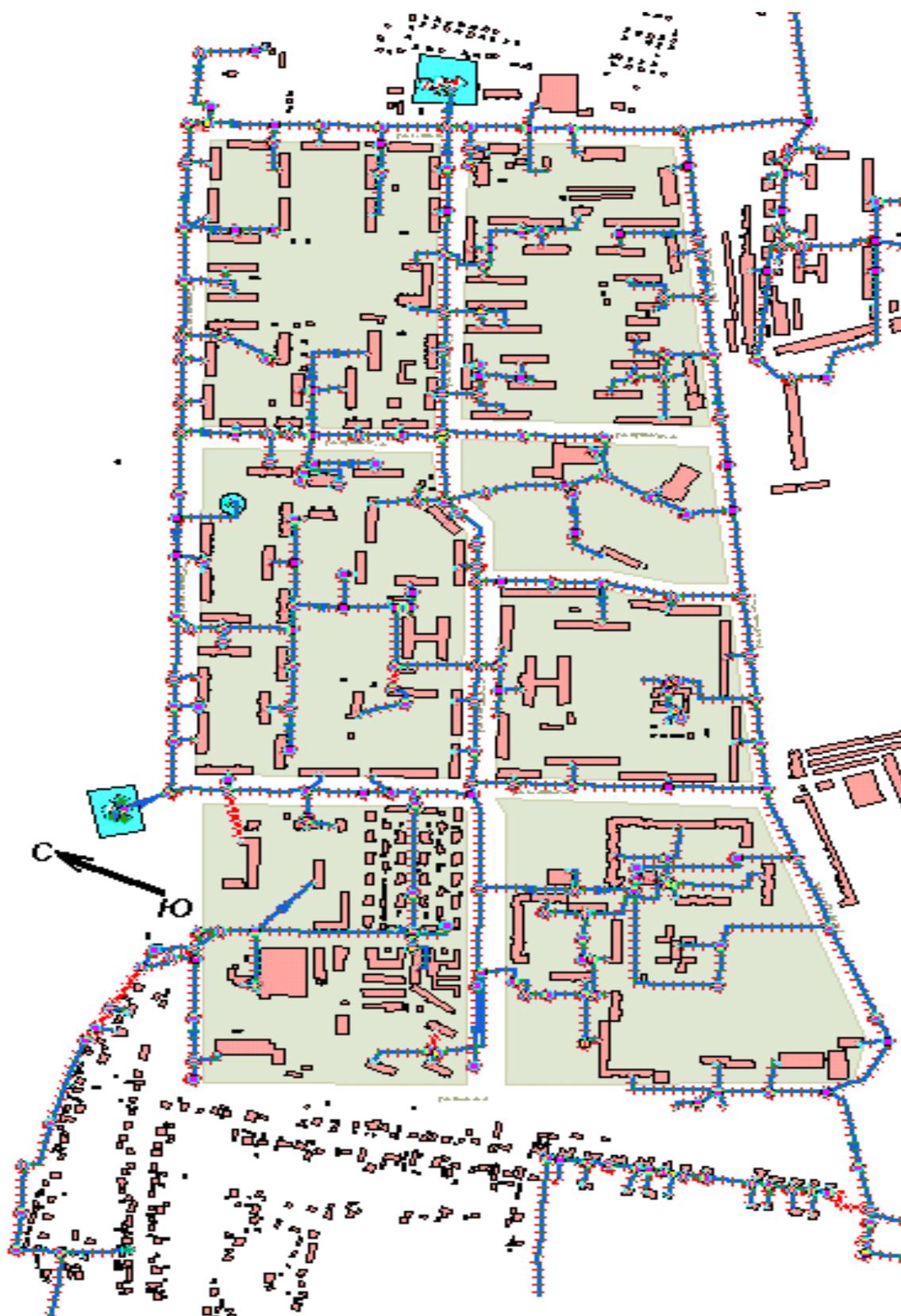


Рис. 1. Схема водопровода пос. Южный, созданная в ГИС «Zulu 5.2»

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 карт 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 режиме многопользовательского распределенного редактирования и множественности 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 контролируют большую часть рынка ГИС за рубежом. Формат хранения данных совместим между собой, и, на сегодняшний день, является общепринятым стандартом. Но внедрению программных продуктов этих фирм предприятиями, обслуживающими инженерные сети на территории Сибири и Алтайского края препятствуют следующие обстоятельства:

1) Достаточно высокая 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 настоящих нужд водоканала.

2) Существенным недостатком таких систем является и то, что они предназначены 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 небольшие деньги приобретет мощный программный продукт, большинство функций которого ему никогда не понадобится. 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 «City-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 созданием программного обеспечения «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 и других городах России. «Zulu» позволяет (см. рис. 1-4):

- 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

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЕ УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ пос. ЮЖНЫЙ г. БАРНАУЛА)

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 «ZuluGhydro» программа позволяет осуществлять гидравлический расчет водопроводной сети, расчет гидравлического удара и т.д.

На сегодняшний день кафедрой «Теплотехники, гидравлики, водоснабжения и водоотведения» приобретена ГИС «Zulu 5.2», что позволяет студентам специальности выполнять гидравлические расчеты районов г. Барнаула. При этом методика создания гидравлической модели следующая:

1. Создается электронная топооснова. На практике студенты чаще всего создают ее на основе карт масштаба 1:5000, путем сканирования и занесения в ГИС в виде растровой подложки.

2. На схему наносятся здания, причем по каждому отдельному зданию в базу данных заносится информация о количестве жителей, норме водопотребления, этажности, адресу потребителя и т.д. (см. рис.2)

Потребитель	
Наименование потребителя	
Адрес потребителя *	ул.Полевая
Геодезическая отметка	0
Расчетный расход воды	0.743275
Минимальный напор	26
Текущий расход воды	0.743
Текущий напор	21.287
Расчетный напор	21.287
Номер источника	1701203
Тип	
Этажность *	9
Число подъездов *	3
Число квартир	108

Рис. 2. Поля базы данных «Потребитель»

3. Студентом считается расход от каждого здания. Для этого число жителей, которое берется из отдела «Водосбыт» МУП «Барнаулский Водоканал» умножается на норму водопотребления на одного жителя, принятую в г. Барнауле (260 л/сут*чел).

4. Из полученного среднесуточного определяется расход в сутки максимального водопотребления, а из него – расход в час максимального водопотребления согласно СНиП 2.04.02-84. Этот расход является расчетным.

5. В ГИС рисуются основные магистральные водоводы, и заносится семантиче-

ская информация, необходимая для проведения гидравлического расчета – длина (автоматически берется программой с карты), диаметр, коэффициент шероховатости, коэффициент местных сопротивлений.

Участок водопроводной сети	
Начало участка	
Конец участка	
Длина участка, м	138.203938360175
Внутренний диаметр, м	0.15
Коэффициент шероховатости	5
Коэффициент местных сопротивлений	1.1
Заращение трубопровода	
Гидравлическое сопротивление	
Материал трубы	чугун
Расход воды на участке	5.358
Номер источника	17012
Потери напора на участке	0.224
Скорость движения воды	0.3032
Конструкторский диаметр	
Конструкторский коэффициент	

Рис. 5. Поля базы данных «Участок водопроводной сети»

6. Заносятся данные по источникам водоснабжения (марка насосов, количество, напор, подача, КПД, мощность).

Источник водоснабжения	
Наименование источника	скважина 3
Адрес источника	
Высота воды в источнике, м	-79.21
Марка насоса	ЭЦВ-8-25-150
Полный напор на выходе, м	27.278
Напор на выходе, м	27.278
Расход воды, л/с	8.644
Геодезическая отметка	0
Номер источника	3

Рис. 6. Поля базы данных «источник»

7. Производится поверочный гидравлический расчет, то есть определение потоко-распределения в трубопроводе и напоров в узлах при заданных параметрах.

8. Производится анализ полученных результатов с определением участков с повышенными потерями напора и производятся рекомендации по улучшению работы сетей.

9. Полученные результаты являются исходными данными для выполнения курсового и дипломного проектирования студентов специальности ВиВ-81. Дипломные проекты защищаются в водоканале г. Барнаула, в экзаменационной комиссии, 2/3 которой составляют ведущие специалисты предприятия.

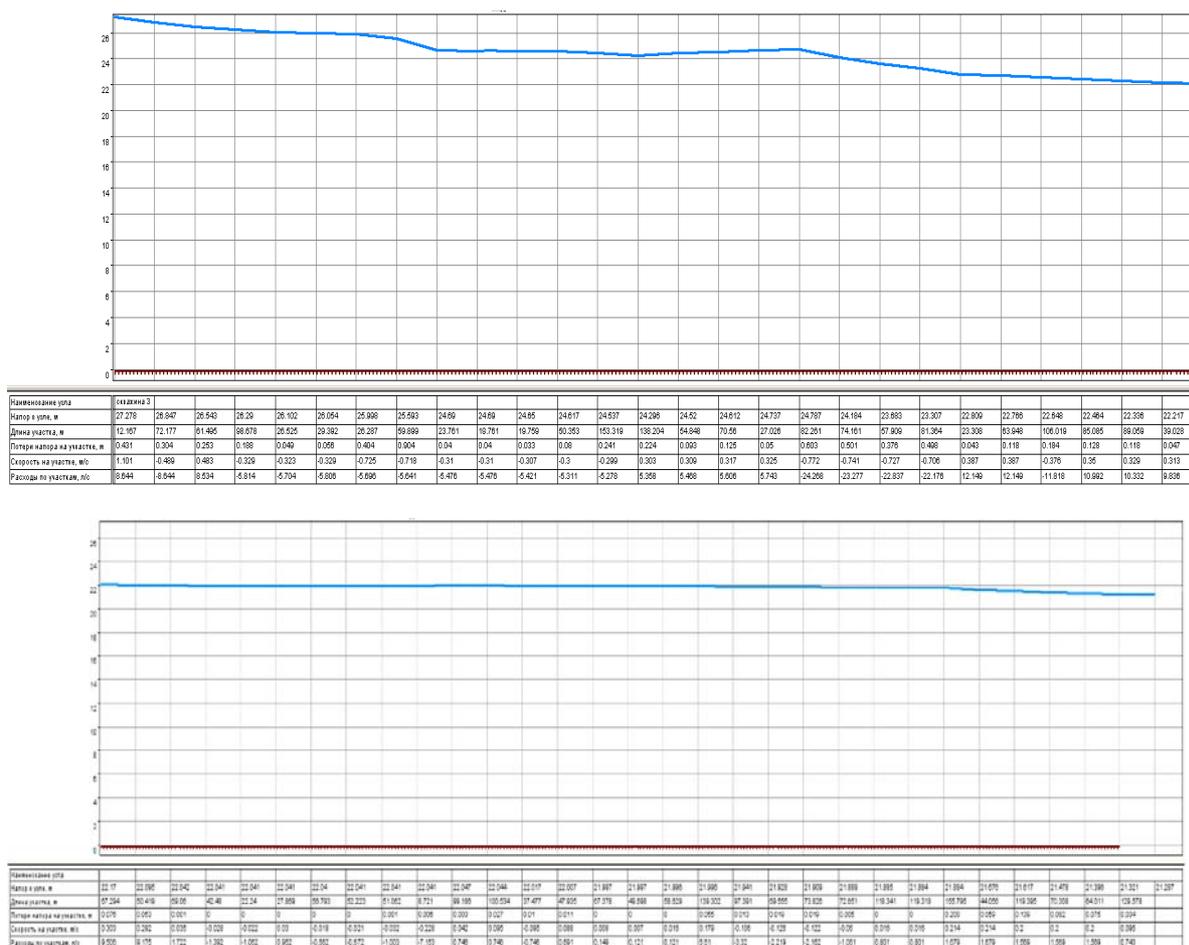


Рис. 3. График падения напора по результатам гидравлического расчета в сети водоснабжения пос. Южный (по наиболее невыгодному пути к самому дальнему потребителю)

The screenshot shows the 'Справочник насосов' (Pump Reference) software interface. It features a table of pumps with columns for ID, brand, frequency, diameter, max temperature, and pressure. Below the table is a 'Характеристика насоса' (Pump Characteristics) section with a table of flow rate, head, and efficiency. To the right is a graph of efficiency (%) vs. flow rate (G, m³/h) with a downward-sloping curve and three data points.

ID	Марка насоса	Частота вращения, об/мин	Диаметр рабочего к.о.	Мак температура сети	Допустимое давление	Мак высота всасыв.
221	pump_orel_01	0	0	0	0	0
222	parabola_1	0	0	0	0	0
224	ЭЦВ-8-25-150	0	0	0	0	0
225	ЭЦВ-8-25-100	0	0	0	0	0
226	ЭЦВ-8-40-180	0	0	0	0	0
227	ЭЦВ-8-40-125	0	0	0	0	0
228	ЭЦВ-6-10-110	0	0	0	0	0
229		0	0	0	0	0
230	ЭЦВ-10-63-150	0	0	0	0	0

Q, м³/ч	H, м вод. ст.	Тип	КПД, %	W
20	180	1	0	0
25	150	2	0	0
30	115	1	0	0

Рис. 4. Поле базы «Справочник насосов» для подбора насосов подземных водозаборов пос. Южный

ТЕХНОЛОГИЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ И ИХ ПОСЛЕДУЮЩЕЕ УЧАСТИЕ В ПРОВЕДЕНИИ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВОДОСНАБЖЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ пос. ЮЖНЫЙ г. БАРНАУЛА)

На основе результатов построения гидравлической модели пос. Южный были сделаны следующие выводы:

1. Необходима «тонкая» настройка, т.е. ввод более точных данных, которые могут быть получены только непосредственно в Водоканале. Необходимо выполнить:

- Ввод данных по численности населения и расходам из Водосбыта.

- Уточнение диаметров труб и реального расположения задвижек (консультации с мастерами, обслуживающими данный район).

- Проведение гидравлического расчета с уточненными данными по 2 вариантам. Первый предусматривает расчет до каждого ввода в дом, то есть очень подробный, но, соответственно, гораздо более трудоемкий; второй предусматривает введение осредненного расхода между кварталами. Следующим этапом является проведение реальных манометрических замеров на территории пос. Южный, а также проведение, по возможности, замеров расходов в ключевых точках, которые будут выявлены в результате расчетов (в случае возникновения неясностей). Целью является выявление расхождений по участкам сети с расчетными, и выяснение причин этих расхождений.

метрических замеров на территории пос. Южный, а также проведение, по возможности, замеров расходов в ключевых точках, которые будут выявлены в результате расчетов (в случае возникновения неясностей). Целью является выявление расхождений по участкам сети с расчетными, и выяснение причин этих расхождений.

- Корректировка математической модели. В этом кроется большой потенциал для нахождения «узких» мест работы сети; ведь если сеть по расчету нормальна, и данные введены правильно, что установила проверка, а в жизни результаты значительно отличаются, значит проблема лежит в самих сетях.

2. Создание ГИС водоснабжения всего города Барнаула должно основываться на тех же принципах, что и ГИС пос. Южный и будет состоять из тех же этапов.

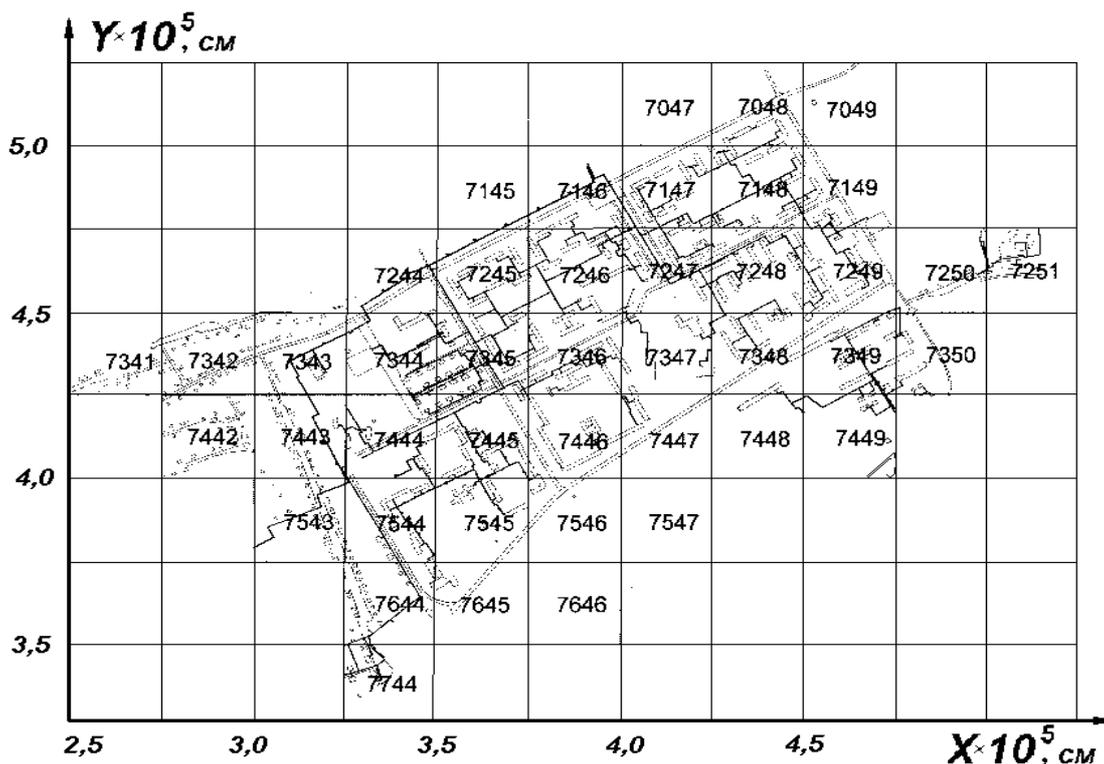


Рис. 7. Схема расположения планшетов электронной топоосновы пос. Южный

3. В качестве электронной топоосновы для создания ГИС всего города не рекомендуется на начальном этапе использование съемок масштаба 1:500. Готовых их нет, а создание их самостоятельно задержит работу на несколько лет (один человек может оцифровать за стандартный рабочий день порядка 3-5 планшетов, в зависимости от качества исходного материала; всего же планшетов в архиве около 2500). Лучшим вариантом на сегодняшний день является использование адресных съемок масштаба 1:5000. В дальнейшем уточнение топоосновы можно производить постепенно, по мере необходимости.

4. Создание ГИС водоснабжения города Барнаула рекомендуется выполнять поэтапно, по зонам в соответствии с существующей схемой зонирования:

1). Занесение в общую базу данных по третьему подъему.

2). Занесение в общую базу данных по зоне, питающейся от первой группы насосов насосной станции II подъема. Это позволит узнать, как реально изменится гидравлический режим при возможном расширении зоны действия станции третьего подъема на Поток.

3). Необходимо просчитать среднюю зону, которая имеет наибольшее количество проблем с обеспечением водой населения в настоящее время.

4). Нижняя зона.

5). Юго-Западная зона.

6). Нагорная часть.

5. Следующим шагом после выполнения п. 3 должен стать расчет зон с учетом их совместного действия, попытка изменения границ зоны. На основе этого можно будет вы-

давать рекомендации по оптимизации взаимной работы зон водоснабжения, снижения избыточных напоров в сети.

6. После создания каждой части ГИС водопроводных сетей г. Барнаула необходимо обеспечить механизм их постоянного обновления, чтобы введенная информация не устаревала. То есть нужно, чтобы любая информация об изменении в сетях, имеющаяся в Водоканале, отражалась в ГИС.

Таким образом, в результате обучения студенты полностью проходят весь путь от зарождения идеи по улучшению работы сетей водоснабжения, которое происходит по результатам анализа сетей с использованием компьютерной программы Zulu, до практического внедрения ее в жизнь при работе с сотрудниками водоканала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сведения о современном состоянии хозяйственно-питьевого водоснабжения в населенных пунктах по административным районам и городам, представленные администрациями районов и муниципальных предприятий Водоканал.

2. Статистические отчеты об использовании вод по форме 2-тп (водхоз) за 1997г. и предыдущие годы.

3. Материалы к Государственному докладу о состоянии окружающей природной среды Алтайского края в 1997 году. Госкомитете по охране окружающей среды Алтайского края. Барнаул: Изд. АГУ, 1998 г. Раздел 1.2 "Характеристика водных ресурсов края".

5. Отчеты по поискам и разведке подземных вод, протоколы ГКЗ и ТКЗ за 1975- 1995г.г.

6. Гидрологические ежегодники по бассейну р. Оби за 1985- 1996 гг. ГТИ, Ленинград: Гидрометеоиздат.

10. Материалы сайта www.politerm.ru.