

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТКРЫТЫХ ГИС-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЕДУЩИХ ФАКТОРОВ ТЕХНОГЕННОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОСФЕРЫ ГОРОДА ИРКУТСКА**

**Г.С. Лоншаков**

*Научный руководитель доцент Л.И. Аузина*

*Иркутский Национальный Исследовательский Технический Университет,  
г. Иркутск, Россия*

С 80-х гг. XX века в России формируется повышенный интерес к экологическим аспектам взаимодействия человека с геологической средой. К настоящему времени стало ясно, что воздействие на геологическую среду в ряде городов превысило допустимые границы и привело к порогу локального экологического бедствия, основными признаками которого являются активизация инженерно-геологических процессов [1,2].

На территории города Иркутска сформировалась природно-техногенная система (ПТС), где ведущими процессами, влияющими на эволюцию геологической среды, являются техногенные. Самая динамичная её составляющая, наиболее остро воспринимающая техногенное воздействие - это подземная гидросфера (ПГ). В результате техногенеза активизируется ряд инженерно-геологических процессов, связанных с подземными водами. В связи с этим комплексная оценка устойчивости подземной гидросферы урбанизированных территорий к действующим на неё техногенным нагрузкам является не только актуальной, но и одной из важнейших проблем современной гидрогеологии, имеющей как научное, так и прикладное значение.

Разнообразие природно-техногенных факторов, воздействующих на объект исследований, их интенсивная динамика усложняют задачу, однако, уровень современных геоинформационных технологии открывает новые пути в решении прикладных задач в области природопользования, в том числе – анализе, прогнозе и контроле состояния ПТС [3].

Для оптимизации оценки на базе современной открытой ГИС-системы Quantum GIS был сформирован ГИС-проект под названием «Электронный атлас геолого-гидрогеологических и техногенных условия территории г. Иркутска», в котором каждый фактор представлен в виде самостоятельного растрового или векторного слоя.

В качестве ведущих техногенных факторов эволюции свойств подземной гидросферы рассматриваются [4]:

- плотность застройки территории города;
- утечки из водонесущих коммуникации;
- плотность улично-дорожной сети.

Перечисленные нагрузки определяют процессы:

- подтопления или подпора ПВ;
- изменения структуры гидродинамических потоков и формирования различного вида инверсий;
- истощение запасов ПВ, снижение их уровней;
- загрязнения ПВ и др.

**Характеристика основных техногенных факторов:**

***Застройка территории города.***

Территория города Иркутска занимает 30,6 тыс. га, из которых городской застройкой занято 11,95 тыс. га, что составляет 33,1% всех городских земель. Значительную территорию занимают леса (6,35 тыс. га, или 22,9%), водные пространства (2,87 тыс. га, или 10,4%), луга и пойменные территории (4,26 тыс. га, или 15,4%).

Селитебные территории в общем объеме земельного фонда города занимают 8,36 тыс. га, или 30,2%. В границах города большая часть селитебных территорий занята некапитальной низкоплотной жилой застройкой, в основном имеющей высокий уровень физического износа. Значительные площади приходятся на промышленные и коммунально-складские объекты, зачастую занимающие самые ответственные в градостроительном плане территории.

К настоящему времени в городе сформировалось пять крупных промышленных зон - Северная, Жилкинская, Мельниковская, Маратовская и Восточная. В них входит около 500 различных предприятий, баз, складов, гаражей и других объектов общей территорией около 2 тыс. га. По своему составу и отраслевому профилю промышленные зоны неоднородны.

В соответствии с СП 11-105-97 [10] и планом застройки г. Иркутска, (ЗАО «Гражданпроект», с изменениями АО «ГИПРОДОРНИИ», 2015 г.), по этажности и конструктивным особенностям были выделены следующие районы: зона 1-2 этажной деревянной застройки (около 25% застроенной территории), зона 1-2 этажная каменной застройки (около 25% , в центральной части преимущественно жилая, на периферийных районах – промышленные ангары и боксы), зона 3-5 этажная (40%) и застройка каменными зданиями более 5 этажей (10% застроенной территории).

Для оценки степени техногенного влияния оказываемого застройкой в ГИС-проект включен генеральный план и схема плотности застройки центральной части города.

***Подземные водонесущие коммуникации.***

На балансе МУП «Водоканал» находится 746 км сетей водопровода и 718 км сетей канализации (без учета подземных коммуникации микрорайона «Второй Иркутск» и частных сетей, подведенных к индивидуальным водопользователям). Ежедневный объем подаваемой в водопровод воды составляет 304,36 тыс.м<sup>3</sup> (данные 2012г.).

Что касается тепловых сетей г. Иркутска, то большая их часть имеют срок эксплуатации более 25-30 лет. Распределительные квартальные сети практически не подвергались модернизации, являются изношенными и требуют замены. Уровень тепловых потерь в сетях составляет 6,5 - 14 %. Износ тепловых сетей составляет около 70%.

По данным МУП «Водоканал» для Иркутска доля воды, приходящаяся на физические утечки равна 6-10% от общего числа подаваемой воды, что при годовом объеме перекачиваемой воды в 111200 тыс.м<sup>3</sup>/год составляет от 6670 до 11120 тыс.м<sup>3</sup>/год.

Для сетей канализации ни нормативные, ни фактические значения не установлены.

По мнению ряда исследователей [5,6,7] утечки из сетей напорных подземных коммуникации являются главной причиной развития подтопления урбанизированных территории, в связи с чем эта составляющая техногенной нагрузки является одной из важнейших.

Разработан алгоритм оценки плотности заложения водонесущих коммуникации, в соответствии с которым для территории города Иркутска составлены схемы плотности всех видов коммуникации и интегральная схема плотности напорных коммуникации, на основе которой произведено районирование территории города.

#### **Улично-дорожная сеть.**

Протяженность всей дорожной сети города Иркутск составляет уже более 881 км, из них дороги третьего уровня (грунтовые и проселочные) составляют 154 км, второго уровня (дороги с усовершенствованным покрытием) – 547 км, и первого уровня (автомагистрали и железные дороги) – 180 км.

В 2007 году была составлена электронная схема плотности улично-дорожной сети. Учитывались все заасфальтированные площади территории города с целью оценки степени нарушения естественного поверхностного стока (вкуче с плотностью застройки).

При составлении схемы территория города была классифицирована на 3 группы сложности, исходя из значения плотности.

Развитие транспортной инфраструктуры особенно повлияло на дренируемость в левобережном районе города, что привело к увеличению площади «озер» с 9 до 90га за последние 35 лет (1972-2007).

#### **Инженерно-геологические процессы, развивающиеся на территории г. Иркутска в результате техногенного воздействия.**

Развитие суффозионно-просадочных процессов в виде мелких, периодически появляющихся провалов фиксируется практически повсеместно в городской черте. Причиной их возникновения чаще всего становится искусственное увлажнение грунтовых масс, наличие в разрезе просадочных или насыпных недоуплотненных грунтов, вследствие чего наиболее часто следы процесса наблюдаются по трассам водонесущих коммуникации и массивам искусственных насыпей.

Нередко суффозионно-просадочные деформации на приречных склонах служат толчком для развития или механизмом активизации эрозионных и оползневых (гравитационных) процессов.

Развитие подтопления характерно для более чем трети территории города Иркутск. Ведущие исследователи в своих работах ссылаются на искусственное инфильтрационное питание в виде утечек из напорных подземных коммуникаций в качестве одной из ведущих причин развития этого процесса.

Развитие эрозии грунтовых массивов, а именно оврагообразования, связано с нарушением естественных потоков поверхностного стока в следствии неграмотного подхода к планировке территории (застройки, асфальтированию) и зачастую напрямую связано с суффозионно-просадочными процессами.

#### **Литература**

1. Техногенные изменения геологической среды (на примере Сибирского региона) / Ю. Б. Тржцинский ; ред. : К. Г. Леви ; Ин-т земной коры СО РАН. - Иркутск : [б. и.], 2007. - 117 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 109-112. - Б. ц.
2. Аузина Л.И. Геоэкологическая оценка гидросферы урбанизированных территории. // Город: прошлое, настоящее, будущее: сборник научных трудов «Проблемы развития и управления на пороге III тысячелетия. – Иркутск . 1999. – С. 132 – 138.
3. Кузеванов К. И. Использование геоинформационных технологий при исследовании процессов техногенного подтопления урбанизированных территорий (на примере г. Томска) / К. И. Кузеванов, Е. М. Дутова, Д. С. Покровский // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. — 2004. — Т. 307, № 7. — [С. 30-35].
4. Аузина Л.И. Комплексный показатель как основа оценки устойчивости поземной гидросферы. // Город: прошлое, настоящее, будущее: сборник научных трудов «Проблемы развития и управления на пороге III тысячелетия. – Иркутск . 2000. – С. 154 – 158.
5. Шенькман Б.М., Шенькман И.Б. Эволюция гидрогеологических условий на территории Большого Иркутска // Проблемы оценки и прогноза устойчивости геологической среды г.Иркутска. – Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 1997. С. 39-43.
6. Покровский В.Д. Исследование процессов подтопления урбанизированных территорий с использованием геоинформационных технологии (на примере города Томска). Диссертация на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Томск, 2015 – 199 с.
7. Шенькман, Б. М. Подтопление Иркутска грунтовыми водами / Б. М. Шенькман, П. А. Шолохов, И. Б. Шенькман // География и природные ресурсы. - 2011. - № 2. - С. 54-61.