

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
Томский отдел
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ СИБИРИ

Выпуск 22

Под редакцией доктора географических наук
П. А. Окишева

Томск - 1997

Л. И. Дубровская, В. А. Земцов
ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЕЙ РЕКИ ТОМИ И ГРУНТОВЫХ ВОД ПОЙМЫ
В РАЙОНЕ ГОРОДА ТОМСКА

Колебания и направленные изменения уровней воды в реке Томе у Томска зависят как от естественных факторов, так и от хозяйственной деятельности людей, особенно той, которая осуществляется непосредственно в русле реки. На протяжении уже нескольких десятилетий уровни речных вод в районе города снижаются. Наблюдается и понижение уровней грунтовых вод на пойме, которая постепенно обсыхает, что приводит к снижению урожайности пойменных земель и вызывает потребность в орошении. Исторически сложившиеся естественные условия водообмена между рекой и поймой в результате хозяйственных воздействий оказались существенно нарушенными. Значительно уменьшился и приток речной воды в пойменные водоемы, что ухудшило санитарное состояние последних в межень. В настоящей статье рассматриваются изменения режима уровней реки и грунтовых вод в приречной зоне, их причины, взаимосвязь и возможности прогнозирования характерных уровней грунтовых вод поймы.

С точки зрения исследования взаимосвязи речных и грунтовых вод приречной зоны, условий затопления поймы реки Томи, представляет интерес многолетний ход максимальных уровней воды в половодье и минимальных уровней периода открытого русла.

В районе города Томска уровни воды в реке измеряются на двух створах Росгидромета. Первый из них (называемый гидроствором) расположен на правом берегу реки выше по течению от города и в 2 км выше коммунального моста через Томь. На этом участке реки пойма в основном левобережная, имеющая ширину около 4 - 5 км. Она начинает затапливаться при уровнях 78,9 - 79,0 м. Уровни воды в реке здесь и далее выражены в Балтийской системе высот, то есть пересчитаны по данным Росгидромета относительно отметок нулей гидрологических постов, принятых по материалам нивелировок Сибгипроречтрансa. Второй створ (пристань) находится на правом берегу реки в районе городской пристани в 600 м ниже устья правого притока Томи - реки Ушайки. Пойма здесь начинает заливаться при уровнях воды в реке Томи 77,3 - 77,5 м. Расстояние между створами около 8 км. У пристани наблюдения уровней ведутся с 1918, а на гидростворе - с 1964 года.

В изменении устойчивых минимальных среднесуточных уровней периода открытого русла (летне-осенняя межень) по годам у пристани, где имеется более длинный ряд наблюдений, можно выделить, как видно на рис. 1, три периода:

1) до середины 50-х годов - ежегодные уровни колебались относительно устойчивого среднесноголетнего значения и не испытывали однонаправленных изменений;

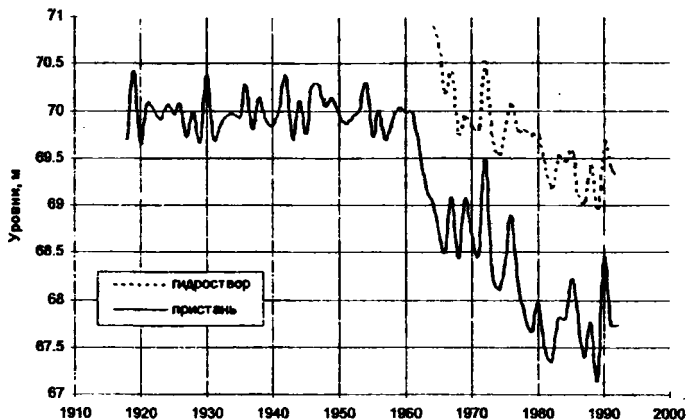


Рис. 1. Минимальные суточные уровни реки Томи у Томска за период открытого русла.

2) с середины 50-х до конца 80-х годов - наблюдается резкое уменьшение уровней приблизительно на 2,5 м, что связано с добычей песчано-гравийной смеси в русле Томи (водность реки за это время практически не изменилась);

3) с конца 80-х годов - в результате прекращения добычи гравия снижение («просадка») уровней воды прекратилось, и можно отметить некоторую их стабилизацию.

На гидростворе гидрометрические наблюдения ведутся только с 1964 г., однако данные наблюдений Росгидромета и здесь фиксируют падение уровней водной поверхности почти на 2 м до конца 80-х годов. Для сравнения - уровни воды р. Томи у Поломошного, расположенного приблизительно в 100 км выше по течению от Томска, за более чем столетний период наблюдений (с 1894 г.) не испытывали однонаправленных изменений.

Добыча песчано-гравийных материалов на Томи в Томской области ведется с начала 50-х годов. Всего за 40 лет их добыто около 150 млн. м³ [3]. Месторождения, расположенные в районе г. Томска, выведены из эксплуатации в 1986 г. В нынешнем десятилетии основная добыча сосредоточена на Верхне-Томских месторождениях, расположенных в нескольких десятках километров выше по течению от города. Отметим, что ресурсы песчано-гравийных материалов в русле Томи практически невозобновляемы: в течение года река приносит сверху только около 200 тыс. м³ донных наносов [4], т. е. для компенсации объема добытых материалов реке потребуется более 700 лет.

Максимальные уровни Томи у Томска с 1918 г. уменьшились в среднем на 4 м (рис. 2). Последний раз полые речные воды заливали значительные по площади участки поймы в 1969 г. Уже более двух десятилетий река весной практически не затопливает пойменные земли. Причины этого явления также

связаны с хозяйственной деятельностью людей. До конца 50-х годов ниже по течению от Томска (в районе г. Северска) весной почти ежегодно во время ледохода образовывались заторы льда, т. е. ледяные плотины, препятствующие течению воды. В результате у г. Томска наблюдался резкий подъем уровня реки с затоплением пониженных участков местности. Максимальные и близкие к ним уровни держались в течение нескольких суток.

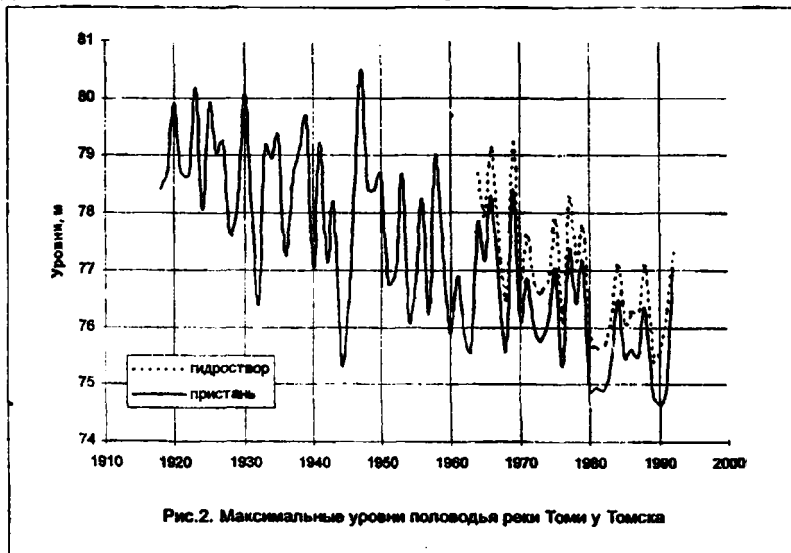


Рис.2. Максимальные уровни половодья реки Томи у Томска

Позднее существенные заторы льда уже не возникали, что, по-видимому, связано с противозаторными мероприятиями в Северске и со сбросом нагретых промышленных вод в реку предприятиями городов Северска и Томска. Максимальные уровни половодья теперь образуются не в результате подпруживания реки ледяными заторами, а при прохождении волны весеннего половодья. Эти уровни заметно ниже уровней заторного происхождения. С середины 50-х годов на понижении максимальных уровней сказывается влияние добычи гравия в русле Томи, продолжающееся до начала нынешнего десятилетия.

Наблюдения за уровнем режимом грунтовых вод пойменных отложений левобережья реки Томи у города Томска ведутся гидрогеологами с 1983 года. Однако за относительно длительный период (с 1983 по 1991 год) имеются материалы только по скважинам на пойме реки, расположенным на левобережье несколько выше по течению от коммунального моста, недалеко от гидроствора. Наблюдения за уровнем грунтовых вод поймы в районе пристани ведутся с 1974 года. Данные наблюдений за уровнями подземных вод предоставлены региональным центром Томскгеомониторинг.

Рассматривая общие закономерности режима уровней подземных вод, следует заметить, что их внутригодовые колебания так же, как и у речных вод, характеризуются двумя четко выраженными подъемами - в период половодья и осенних дождевых паводков - и спадами - во время летней и зимней межени.

Грунтовые воды приречной зоны приурочены к аллювиальным отложениям поймы реки Томи. Особенностью водоносного горизонта является то, что он имеет не сплошное распространение, а прослеживается в виде участков шириной от нескольких метров до 7,5 км вдоль реки. Представлены водоносные отложения разнородными песками, супесями, суглинками с гравием и галькой в основании. Их мощность изменяется в пределах от 5 - 7 до 20 м. Статические уровни в скважинах устанавливаются на глубинах 1,5 - 7,6 м. [1]. Грунтовые воды гидравлически связаны с подземными водами более глубоких горизонтов.

По уровенному режиму грунтовые воды пойменных отложений левобережья р. Томи относятся к приречному типу. Из режимообразующих факторов для них основными являются гидрологические и метеорологические, причем анализ данных наблюдений позволяет доказать определяющую роль первых из них, связанных с уровнем режимом реки. Весенний подъем уровней грунтовых вод в приречных скважинах (на расстоянии 20 - 300 м от реки) практически совпадает с началом половодья на реке, а абсолютные отметки уровней (в Балтийской системе высот) близки к отметкам максимумов речных вод. С увеличением расстояния от реки пики сглаживаются, а амплитуда колебаний уровней уменьшается (рис. 3).

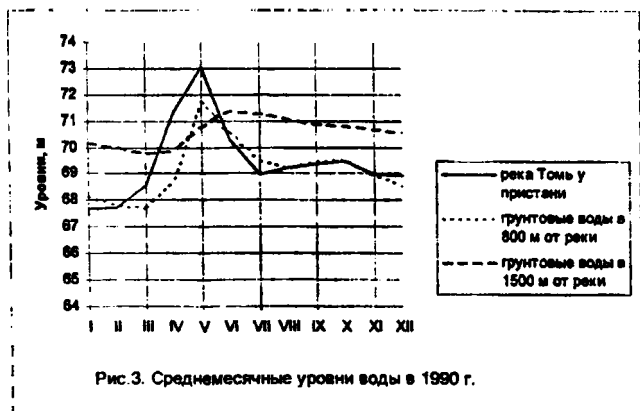


Рис. 3. Среднемесячные уровни воды в 1990 г.

На рис. 4 для участка поймы, расположенного выше гидроствора, приведены графики колебаний максимальных уровней в реке Томи и грунтовых вод для самого продолжительного из имеющихся периода наблюдений - с 1963 по 1991 год. Синхронность хода колебаний уровня воды в реке и уровня грунтовых вод является подтверждением тесной гидравлической связи водоносного горизонта с рекой. Более того, сопоставление хода максимальных

уровней на реке и максимальных уровней грунтовых вод (рис. 3, 4) позволяет сделать вывод, что подпитка грунтовых вод речными происходит ежегодно, а продолжительность подпора составляет приблизительно 1 - 1,5 месяца.

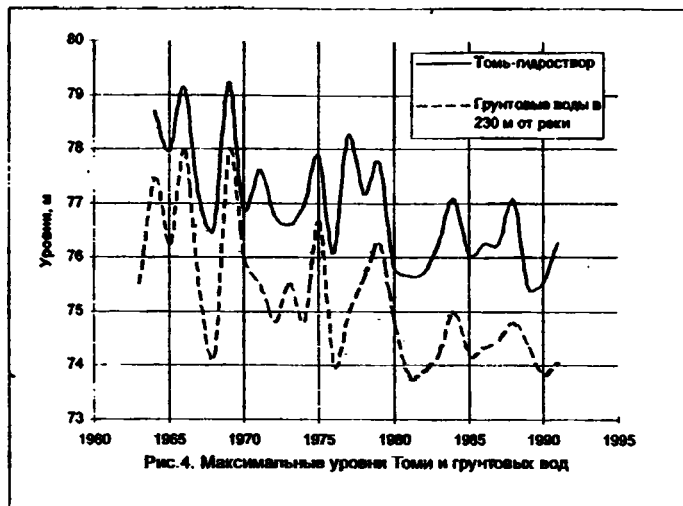


Рис. 4. Максимальные уровни Томи и грунтовых вод

Скорость передачи колебаний уровней от реки грунтовыми водами можно рассчитать по формуле А. А. Коноплянцева

$$n = s / t,$$

где n - скорость передачи уровней, м/сут.;

s - расстояние от реки до скважины, м;

t - разница во времени между максимальными уровнями поверхностных и грунтовых вод, сут.

По нашим оценкам, эта скорость составила 200 - 260 м/сут., что несколько расходится с данными работы [2], полученными на основании наблюдений 1974 г.

Падение уровня воды в реке Томи в результате добычи гравия в ее русле отразилось на многолетнем ходе уровней грунтовых вод идентичным снижением их абсолютных отметок (рис. 4). Тренд-анализ максимальных и минимальных уровней грунтовых вод поймы реки Томи позволил с 95 %-ной доверительной вероятностью выявить наличие тренда указанных уровней на участке поймы выше гидроствора. Падение максимальных уровней за 1963 - 1991 годы составило 2 - 2,5 метра, минимальных - 1 - 2 метра. С увеличением расстояния от реки интенсивность падения уровней уменьшается.

Одной из наиболее трудных задач, возникающих при анализе данных наблюдений, является отделение изменений, обусловленных гидрологическими факторами, от изменений, связанных с климатическими флуктуациями. Использование методов множественной корреляции для выявления главных режимобразующих условий (осадки, температура, предшествующие

экстремальные уровни речных и грунтовых вод) позволило еще раз убедиться в том, что преобладающее значение в формировании максимальных и среднегодовых уровней грунтовых вод имеет гидрологический режим реки. Достаточно эффективными и точными оказались уравнения регрессии в виде простых линейных зависимостей прогнозируемого уровня грунтовых вод (максимального или среднегодового) от весеннего максимального уровня воды в реке. Коэффициенты корреляции этих зависимостей для максимальных уровней превышают 0,9, а для среднегодовых составляют около 0,8, что по принятым в гидрологических прогнозах критериям [5] соответствует хорошей и удовлетворительной точности методик прогноза. Результаты оценки точности прогноза на независимом материале для нескольких скважин приведены в таблице 1. Погрешность прогноза Δ во всех случаях оказалась меньше допустимой $\Delta_{\text{доп}}$. Минимальные уровни прогнозируются в зависимости от максимумов речных вод с меньшей точностью.

Таблица 1

Оценка точности расчета уровня грунтовых вод на 1991 год

№ скважины	Прогноз максимально- го уровня в абсолютных отметках, м	Максималь- ный уровень по данным фактических замеров, м	Δ , м	$\Delta_{\text{доп}} = 0,674 \sigma$
7	$74,53 \pm 0,23$	74,06	0,47	0,71
210	$71,85 \pm 0,12$	72,20	0,35	0,48
180	$71,46 \pm 0,30$	71,56	0,10	0,71
236	$71,63 \pm 0,34$	71,71	0,08	0,81

Проведенные исследования позволили сформулировать следующие выводы.

1. Естественные колебания уровней реки Томи у Томска происходят на фоне отчетливо выраженных тенденций, определяемых особенностями антропогенных воздействий. Резкое понижение уровней совпадает по времени с периодом активной разработки русловых месторождений песчано-гравийной смеси на рассматриваемом участке реки. Прекращение добычи гравия в районе города должно привести к стабилизации уровенного режима реки и грунтовых вод поймы.

2. Вызванное разработкой месторождений песчано-гравийной смеси в русле реки в районе Томска снижение минимальных уровней открытого русла составило 2 - 2,5 м.

3. Наиболее существенным (до 4 м) является снижение максимальных уровней половодья и прекращение затоплений поймы вследствие ликвидации благоприятных для заторообразования условий и добычи гравия в русле. Это обстоятельство сыграло положительную роль в смысле почти полного исчезновения опасности затопления городских территорий.

4. Понижение базиса эрозии (уровня воды в реке - водоприемнике) и прекращение выхода воды на пойму однозначно вызывают снижение уровней грунтовых вод поймы на значительном расстоянии от речных берегов.

Пойма по своему водному режиму практически перестала быть таковой и превращается в незатапливаемую первую надпойменную террасу, причем все это происходит в течение всего нескольких десятилетий. В естественных условиях подобные геоморфологические процессы протекают на реках с интенсивностью на несколько порядков меньшей.

6. Степень взаимосвязи грунтовых и поверхностных вод такова, что позволяет с приемлемой точностью прогнозировать максимальные и среднегодовые уровни грунтовых вод по предшествующим максимальным уровням воды в реке как в оперативном режиме, так и согласно задаваемым сценариям изменения уровня режима реки (например, при его регулировании гидротехническими мероприятиями).

Литература

1. Ресурсы пресных и мало-минерализованных подземных вод южной части Западно-Сибирского артезианского бассейна / Мин-во геологии СССР. ПГО «Новосибирскгеология». - М.: Недра, 1991. - 262 с.
2. Афонин В. А. Режим, использование и охрана подземных вод юго-восточной части Западно-Сибирского артезианского бассейна и Колывань - Томской складчатой зоны / Автореф. дисс. ... кандидата геолого-минералогических наук. - Томск: 1974. - 22 с.
3. Попов В. А. Добыча гравия на р. Томи // Человек и вода. - Томск: Изд-во Томского ун-та, 1990. - С. 46-48.
4. Каменсков Ю. И. Русловые и пойменные процессы. - Томск: Изд-во Томского ун-та, 1987. - 170 с.
5. Аполлов Б. А., Калинин Г. П., Комаров В. Д. Курс гидрологических прогнозов. - Л. Гидрометеоздат, 1974. - 419 с.

Ю. К. Нарожный ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОРНОМ УЗЛЕ БЕЛУХИ

В последние годы в практике гляциологических исследований особое внимание обращается на изучение наиболее высоких областей питания ледников или их частей - высоко расположенных снежно-фирновых плато [5, 7]. Трудоемкость работ и труднодоступность таких объектов общеизвестна, тем не менее, получаемая при этом информация крайне важна для решения ряда практических задач гляциогидроклиматологии: определения количества и высотного распределения осадков, аккумуляции и таяния снега, процессов льдообразования, верхней границы жидкого стока и т. д.

Ледниковый комплекс Белухи, занимающий одно из центральных мест по характеру и интенсивности оледенения [6], является едва ли не самым благоприятным районом для таких исследований. Этому способствует максимальная вертикальная протяженность ледников (от 1970 до 4506 м), ориентированных по всем основным румбам; резкое различие в величине