

# АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК 556.3. 630.64

Е.Г. Парамонов,  
В.И. Заносова

## ВЛИЯНИЕ ГЛУБИНЫ ЗАЛЕГАНИЯ ГРУНТОВЫХ ВОД НА РОСТ ЛЕСОПОЛОС В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ

Кулундинская степь принадлежит к степям суббореального климатического пояса, занимая юго-восточную часть Западно-Сибирской низменности на площади около 13 млн га. С гидрологической точки зрения из геологических напластований низменности наибольший интерес представляют горные породы кайнозойской и мезозойской эр [1].

Грунтовые воды Кулунды представляют собой гидродинамический единый водоносный комплекс, на режим которого влияют климатические и гидрологические условия. В режиме уровня грунтовых вод отмечаются весенний подъем и летне-осенний спад, максимальный уровень достигается от середины мая до конца июня, а минимальный – в декабре-марте. Весной подъем начинается в конце марта, когда средняя суточная температура воздуха становится выше  $5^{\circ}\text{C}$  и начинается таяние снега. Просачивание талых вод происходит через мерзлые почвы, полное оттаивание которых происходит к середине мая. Проницаемость мерзлых почв ниже талых.

Годовая амплитуда колебания грунтовых вод определяется главным образом величиной весеннего подъема уровня и колеблется от 0,2 до 1,8 м с наибольшим колебанием в долинах рек.

Основную роль в питании грунтовых вод играют осадки, выпадающие в холодное время года и весной. Летние

осадки существенного влияния не оказывают, так как они испаряются, не достигнув уровня грунтовых вод, но они повышают влажность почвы в корнеоби-таемом слое.

Исследуемая территория, согласно классификации Г.Н. Каменского, по генетическим признакам, то есть по условиям формирования химического состава грунтовых вод, относится к зоне грунтовых вод континентального засоления. Такие воды формируются в условиях недостаточного увлажнения и характеризуются большим разнообразием химических типов воды. Здесь встречаются пресные, солоноватые и соленые воды гидрокарбонатно-сульфатные, сульфатные, сульфатно-хлоридные и хлоридные. В условиях континентального засоления происходит интенсивное испарение поверхностных вод, которые также относительно минерализованы. Состав воднорастворимого органического вещества обеднен, общее его количество не превышает  $25 \text{ мг/дм}^3$ . Геохимическая и гидрохимическая обстановка влияют на развитие различных микроорганизмов, что является причиной появления в водах специфических газовых компонентов  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$  и других газов.

В пределах Кулундинской аллювиальной равнины водоносный горизонт современных отложений имеет ограничен-

ное распространение, он объединяет подземные воды аллювиальных, озерных и эоловых осадков, в которых содержатся безнапорные воды, залегающие на глубинах до 5 м. Здесь воды преимущественно гидрокарбонатные кальциевые мягкие и умеренно жесткие, слабоминерализованные. В пределах ложбин древнего стока распространены грунтовые воды в песчаных эоловых отложениях, они обычно пресные, водообильность отложений незначительная.

Грунтовые воды озерных отложений выделены на небольших участках вблизи озер и тесно связаны с их поверхностными водами. С пресными озерами связаны грунтовые воды умеренной минерализации, с минерализованными озерами – солоноватые воды.

Элювиально-делювиальные отложения распространены на склонах водоразделов и покрыты лессовидными суглинками при глубине залегания грунтовых вод от 3 до 10 м, которые обычно слабоминерализованные.

Водоносный комплекс верхнечетвертичных аллювиальных отложений наиболее широко распространен в долинах р. Оби и ее притоков. Комплекс объединяет водоносные горизонты четырех надпойменных террас. Водовмещающими породами являются разнозернистые пески с гравием мощностью от 4-8 до 15-20 м. Здесь глубина залегания водоносных горизонтов изменяется от 1-2 м на низких и до 30 м на высоких элементах рельефа. Водообильность отложений определяется гранулометрическим составом водовмещающих пород. Воды имеют низкую минерализацию (до 1 г/л) и гидрокарбонатный кальциевый состав.

Водоносный горизонт средне-верхнечетвертичных отложений касмалинской свиты приурочен к аллювиальным и озерно-аллювиальным образованиям, а подземные воды – к иловатым пескам и пылеватым супесям. Глубина залегания вод изменяется от 0 до 45 м, они преимущественно пресные с минерализацией до 1 г/л, по составу гидрокарбонатные кальциевые и натриевые.

При решении прикладных эколого-гидрогеологических задач особое место занимает картирование территории, а управление и рациональное использование водных ресурсов требует информа-

ционной картографической базы, доступной для широкого круга природопользователей.

Карта глубин залегания грунтовых вод Верхнеобского артезианского бассейна 2-го порядка, территориально совпадающего с равнинной частью Алтайского края, является одной из необходимых карт для эколого-гидрогеологического районирования.

При составлении карты глубин залегания грунтовых вод в масштабе 1:500000 использованы регионально-типологическая ландшафтная карта, данные кадастра подземных вод Алтайского края (учетные карточки буровых скважин), материалы гидрогеологических и топографических съемок.

На территорию равнинной части Алтайского края составлена регионально-типологическая ландшафтная карта в масштабе 1:500000 на уровне местностей с проработкой всего материала в масштабе 1:100000 и последующей трансформацией [3-7]. При ландшафтном картографировании использованы материалы дешифрирования космозондирования (КФС) и аэрофотоснимков (АФС), отраслевых геологических, гидрогеологических, почвенных, геоботанических съемок и топографические материалы. В качестве основы для создания ландшафтной карты была использована система компонентов, или свойств, ландшафта, которые присущи рельефу дневной поверхности при условии развития его зрелых эрозионных и аккумулятивных форм, что характерно для равнин Алтайского края. Рельеф тесно связан с литологическим составом и структурой субстрата, тектоникой и климатом, почвенно-растительным покровом.

Карты позволили изучить морфологическую структуру ландшафтов как важный показатель в системе качественной оценки гидрогеологических особенностей Верхнеобского артезианского бассейна.

На основе комплексного структурно-морфологического и ландшафтно-индикационного анализа выявлены взаимосвязи и взаимообусловленности компонентов ландшафта и гидрогеологических особенностей Верхнеобского артезианского бассейна. Рассмотрение всех физиономических элементов ландшафта в качестве гидроиндикаторов дает воз-

возможность индцировать глубину залегания грунтовых вод.

Карта глубин залегания грунтовых вод составлена с использованием информации, позволяющей охарактеризовать глубину залегания первого от поверхности земли водоносного горизонта в пределах ландшафтного выдела (на уровне местности).

Для создания карты использовались также данные геолого-литологических разрезов, описанных при бурении разведочно-эксплуатационных скважин на воду. Всего было обработано более 500 буровых учетных карточек. Глубина залегания грунтовых вод на карте показана цветом в интервале глубин менее 3 м, 3-5, 5-10 и более 10 м. На карте фактического материала у опорных водозаборных скважин указываются геологический индекс водоносного горизонта, мощность пород зоны аэрации и возможное направление потока вод.

В результате получена планово-структурная основа глубин залегания первых от поверхности водоносных горизонтов, которая в отличие от карт гидроизогипс, позволяет использовать ее в наиболее доступной для неспециалистов форме для рационального планирования хозяйственной деятельности и природоохранных мероприятий. Фрагмент карты представлен на рисунке.

С использованием планиметра были вычислены площади с различным уровнем залегания грунтовых вод по 19 административным районам Алтайского края, которые входят по агролесомелиоративному районированию [8] в районы сухой степи и засушливой степи. Эти районы полностью входят в Кулундинскую степь, являясь ее южной окраиной (табл. 1).

Средняя глубина грунтовых вод по административным районам определялась через отношение суммы площади на глубину залегания вод к общей площади района. Оказалось, что по обоим агролесомелиоративным районам средняя глубина залегания грунтовых вод оказывается идентичной несмотря на резкие колебания внутри территории районов. Так, в сухой степи в Бурлинском районе средняя глубина равна 3,1 м, а в Табунском – 7,0 м, или в 2,3

раза более глубоко. В засушливой степи различия между максимальными и минимальными глубинами залегания грунтовых вод сглаживаются, и между Волчихинским и Родинским районами она составляет 2,2 м, или глубже в 1,7 раза. На уровень залегания грунтовых вод существенное влияние оказывает наличие поверхностных вод.

Так, в районах Михайловском, Ключевском удельный вес поверхностных вод по площади составляет до 10% и глубиной 3,3-3,8 м, а в Табунском и Немецком национальном – около 4%, и глубина грунтовых вод понижается до 5,5-7,0 м.

В засушливой степи удельный вес площади с глубиной грунтовых вод менее 3 м меньше на 2,3%, а по другим показателям глубины несколько больше. В итоге, по агролесомелиоративному району глубина грунтовых вод оказывается практически одинаковой.

Методика обследования защитных лесных насаждений проводилась в следующем порядке. В каждом административном районе в трех сельскохозяйственных предприятиях в наиболее сохранившихся и жизнеспособных тополевых и березовых лесополосах закладывались пробные площади в количестве 3 полос по ширине, равной полосе и такой длины, чтобы на ней было не менее 200 деревьев. Если полоса 3-рядная, то по длине пробная площадь была не менее 70 м, при 7-рядной – свыше 30 м.

На пробной площади по каждому ряду подсчитывалось число живых деревьев и число погибших по пропуску между живыми с получением показателя сохранности. У деревьев замерялись общая высота с использованием 4-метрового шеста, диаметр на 1,3 м.

Таким образом, по каждому району были получены экспериментальные данные по 25 пробным площадям в тополевых полосах и по 19-21 пробам в березовых в возрасте 26-30 лет (табл. 2).

К 30-летнему возрасту лесополосы в сухой степи и засушливой степи практически достигают максимальной высоты, что является их основным показателем по дальности влияния на микроклимат в межполосных полях.



Таблица 1

Глубина залегания грунтовых вод, % площади

| № п/п   | Административный район | Общая площадь, тыс. га | В т.ч. по глубине залегания, м |      |      |        |     | сред. глубина |
|---|------------------------|------------------------|--------------------------------|------|------|--------|-----|---------------|
|   |                        |                        | < 3                            | 3-5  | 5-10 | 10 и > |     |               |
| <b>Агролесомелиоративный район 1 а – сухая степь</b>      |                        |                        |                                |      |      |        |     |               |
| 1   | Славгородский          | 208,3                  | 27,0                           | 18,1 | 37,5 | 17,4   | 5,7 |               |
| 2   | Табунский              | 178,2                  | 3,2                            | 22,0 | 57,9 | 16,9   | 7,0 |               |
| 3   | Кулундинский           | 198,0                  | 8,3                            | 59,3 | 32,4 | -      | 4,9 |               |
| 4   | Ключевской             | 304,3                  | 34,6                           | 46,5 | 18,9 | -      | 3,8 |               |
| 5   | Михайловский           | 311,4                  | 56,7                           | 23,2 | 20,1 | -      | 3,3 |               |
| 6   | Угловский              | 484,5                  | 38,3                           | 47,3 | 14,4 | -      | 3,5 |               |
| 7   | Немецкий национ.       | 143,2                  | 12,8                           | 29,4 | 55,4 | 2,4    | 5,8 |               |
| 8   | Бурлинский             | 274,6                  | 40,7                           | 55,2 | 4,0  | 0,1    | 3,1 |               |
|   | Итого                  | 2102,5                 | 32,2                           | 39,5 | 25,0 | 3,3    | 4,3 |               |
| <b>Агролесомелиоративный район 1 б – засушливая степь</b> |                        |                        |                                |      |      |        |     |               |
| 1   | Благовещенский         | 369,4                  | 40,6                           | 50,6 | 8,8  | -      | 3,5 |               |
| 2   | Родинский              | 311,8                  | 22,0                           | 34,9 | 22,5 | 20,6   | 5,5 |               |
| 3   | Завьяловский           | 222,4                  | 30,0                           | 62,2 | 7,6  | 0,2    | 3,5 |               |
| 4   | Романовский            | 208,3                  | 23,6                           | 25,8 | 38,7 | 11,9   | 5,5 |               |
| 5   | Волчихинский           | 359,4                  | 46,1                           | 40,1 | 13,8 | -      | 3,3 |               |
| 6   | Новичихинский          | 186,4                  | 32,7                           | 16,2 | 51,1 | -      | 5,0 |               |
| 7   | Егорьевский            | 245,8                  | 22,7                           | 34,8 | 42,5 | -      | 4,9 |               |
| 8   | Поспелихинский         | 242,3                  | 22,7                           | 48,8 | 28,5 | -      | 4,4 |               |
| 9   | Рубцовский             | 330,5                  | 36,7                           | 45,7 | 17,6 | -      | 3,7 |               |
| 10  | Суетский               | 110,8                  | 17,7                           | 41,0 | 34,8 | 6,5    | 5,2 |               |
| 11  | Хабарский              | 280,6                  | 15,7                           | 38,3 | 43,6 | 2,4    | 5,2 |               |
|   | Итого                  | 2867,7                 | 29,9                           | 40,8 | 25,7 | 3,6    | 4,4 |               |
|   | Всего                  | 4970,2                 | 30,8                           | 40,3 | 25,4 | 3,5    | 4,3 |               |

Таблица 2

Средняя высота тополя и березы в полосах различной ширины

| Агролесо-мелиоративный район | Порода | Ширина лесополос, м |          |          |          |          |         | НСР <sub>005</sub> |
|------------------------------|--------|---------------------|----------|----------|----------|----------|---------|--------------------|
|                              |        | 6                   | 9        | 12       | 15       | 24       | среднее |                    |
| 1 а                          | Тополь | 13,3±1,4            | 14,3±0,8 | 12,1±0,5 | 12,0±2,3 | 10,9±0,4 | 12,5    | 1,2                |
|                              | Береза | 8,2±0,9             | 9,5±0,7  | 9,7±0,8  | 9,2±0,7  | 9,0±0,2  | 9,3     | 1,9                |
| 1 б                          | Тополь | 19,2±1,1            | 20,4±0,6 | 18,1±0,2 | 18,8±1,0 | -        | 19,1    | 2,0                |
|                              | Береза | 15,2±0,8            | 16,0±0,3 | 14,9±0,6 | 14,8±1,0 | -        | 15,5    | 2,0                |

Оказалось, что в условиях сухой степи и засушливой степи наиболее высокорослыми являются тополевые лесополосы, состоящие из 3 рядов при ширине междурядий 3 м, их высота на 7,5% превышает высоту в 2-рядной полосе и на 31,2% – в 8-рядной. Это связано с тем, что в многорядных полосах, какие создаются как придорожные или водорегулирующие, средние ряды тополя постоянно испытывают конкурентное давление со стороны соседних рядов, что сказывается в недостатке солнечной энергии, и особенно в недостатке влаги, поэтому интенсивность ростовых про-

цессов в высоту оказывается более низкой в сравнении с деревьями в крайних рядах. Этот недостаток свойственен средним рядам, отсутствует в полосах, состоящих из 2 или 3 рядов, что сказывается на повышенной высоте деревьев.

В отношении березовых лесополос подобного вывода сделать нет возможности. В сухой степи разница в высотах максимально составляет 18,3%, что не подтверждается наименьшей существенной разностью. В засушливой степи разница снижается до 8,1%, что также математически не подтверждается.

Соотношение средней высоты тополя и березы с глубиной залегания грунтовых вод

| № п/п   | Административный район | Средние |                  |                  |
|---|------------------------|---------|------------------|------------------|
|   |                        | ГВ, м   | высота тополя, м | высота березы, м |
| <b>Агролесомелиоративный район 1 а – сухая степь</b>      |                        |         |                  |                  |
| 1   | Славгородский          | 5,7±0,3 | 9,0±0,2          | 8,2±1,0          |
| 2   | Табунский              | 7,0±0,4 | 10,3±1,1         | 8,4±0,4          |
| 3   | Кулундинский           | 4,9±0,6 | 10,1±1,4         | 8,2±0,6          |
| 4   | Ключевской             | 3,8±0,5 | 10,1±2,0         | 10,3±1,9         |
| 5   | Михайловский           | 3,3±0,3 | 9,3±1,4          | 9,1±0,5          |
| 6   | Угловский              | 3,5±0,7 | 12,5±1,7         | 12,5±0,8         |
| 7   | Немецкий национ.       | 5,8±0,8 | 10,9±0,6         | 8,7±1,1          |
| 8   | Бурлинский             | 3,1±0,1 | 11,2±0,9         | 9,6±0,4          |
| <b>Агролесомелиоративный район 1 б – засушливая степь</b> |                        |         |                  |                  |
| 1   | Благовещенский         | 3,5±0,2 | 21,8±1,9         | 16,4±0,8         |
| 2   | Завьяловский           | 3,5±0,2 | 19,9±1,8         | 17,3±0,7         |
| 3   | Волчихинский           | 3,3±0,3 | 10,2±0,7         | 10,2±0,8         |
| 4   | Егорьевский            | 4,9±0,4 | 18,1±0,9         | 18,5±0,6         |
| 5   | Поспелихинский         | 4,4±0,3 | 17,7±1,3         | 10,6±0,5         |
| 6   | Суетский               | 5,2±0,2 | 19,0±1,4         | 16,6±1,0         |

Примечание. ГВ – глубина грунтовых вод.

В то же время высота тополевых деревьев в засушливой степи в среднем равна 19,1 м, что на 52,8% выше аналогичного показателя в сухой степи, а средняя высота березы, соответственно, равна 15,5 м и 66,7%, т.е. улучшение лесорастительных условий более существенно сказывается на интенсивности роста в высоту березы повислой (табл. 3).

Улучшение лесорастительных условий в агролесомелиоративном районе 1 б, в сравнении с районом сухой степи, сказывается на увеличении средней высоты тополя и березы. В районе 1 б тополь имеет среднюю высоту равную 17,8 м, а береза – 14,9 м, что выше средних высот этих древесных пород в районе 1 а, соответственно, на 71,1 и 58,5%. В обоих районах средняя высота березы повислой оказывается меньшей в сравнении со средней высотой тополя бальзамического на 10,6% в районе 1 а и на 19,5% в районе 1 б.

Усредненные данные в таблице 3 по высоте тополя и березы имеют большой разброс по отношению к глубине залегания грунтовых вод. Это связано, по нашему мнению, с различным удельным весом площадей с различной глубиной залегания грунтовых вод.

В пределах одного агролесомелиоративного района средняя высота древесных пород оказывается неравнозначной, что связано с глубиной залегания грунтовых вод. Имеет место общая тенденция снижения средней высоты деревьев с увеличением глубины залегания грунтовых вод. Эта связь носит прямолинейный характер. Так, в районе сухой степи связь между глубиной залегания грунтовых вод и средней высотой тополя выражается как умеренная, обратная ( $r = -0,34 \pm 0,08$ ), по отношению к березе – как значительная обратная ( $r = -0,62 \pm 0,09$ ). В районе засушливой степи умеренная обратная связь характеризуется коэффициентом корреляции  $r = -0,39 \pm 0,11$ .

#### Библиографический список

1. Кулундинская степь и вопросы ее мелиорации. Новосибирск: Наука, СО, 1972. 508 с.
2. Каменский Г.Н. Поиски и разведка подземных вод / Г.Н. Каменский. М.: Госгеолиздат, 1947. 313 с.
3. Винокуров Ю.И. Применение ландшафтного метода при гидрогеологических исследованиях в равнинной части Алтайского края / Ю.И. Винокуров // Водные ресурсы Алтайского края и

их комплексное использование. Барнаул, 1971. С. 122-125.

4. Винокуров Ю.И. Ландшафтно-индикационные исследования при гидрогеологических и инженерно-геологических изысканиях (на примере равнинной части Алтайского края): автореф. дис. к.г.н. / Ю.И. Винокуров. Барнаул, 1973.

5. Винокуров Ю.И. Опыт применения ландшафтно-индикационных исследований при крупномасштабных изысканиях в Алтайском крае / Ю.И. Винокуров // Материалы III Всесоюзного совещания по прикладной географии. Иркутск, 1975. С. 268-271.

6. Винокуров Ю.И. Ландшафтные индикаторы инженерно-гидрогеологических условий предалтайских равнин / Ю.И. Винокуров. Новосибирск: Наука, СО, 1980. 192 с.

7. Винокуров Ю.И. Ландшафтно-индикационный подход к мелиоративной оценке земель в Алтайском крае / Ю.И. Винокуров, Т.А. Пудовкина // Известия СО АН СССР. Вып. 2. М., 1986. С. 106-109.

8. Кукис С.И. История защитного лесоразведения в Алтайском крае / С.И. Кукис, В.И. Горин // Опыт полезащитного лесоразведения на Алтае. Барнаул: Алт. кн. изд-во, 1973. С. 13-71.



УДК 504

**Ж.С. Мустафаев,  
К.Ж. Мустафаев,  
К.Б. Койбагарова,  
Л.Ж. Мустафаева**

## **МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА АГРОЛАНДШАФТОВ**

Разработка методологических основ оценки эффективности использования водно-земельных ресурсов бассейна рек обусловлена не только нерешенностью ряда принципиальных вопросов, но и необходимостью существенной экономической обоснованности размещения и развития производительных сил в системе природопользования, так как производственная, в том числе и сельскохозяйственная, деятельность человека осуществляется в границах целостных природных образований – бассейнах рек. Это территориальная система, состоящая из взаимосвязанных и взаимодействующих природных или природно-антропогенных компонентов, а также комплексов более низкого таксономического ранга, – наиболее общий целостный объект охраны природы.

В настоящее время и в перспективе экономико-экологический подход использования природных ресурсов бассейна рек, продиктованный новым со-

стоянием обмена веществ между обществом и природой, является очень важным принципом организации и управления любой хозяйственной деятельности, так как последняя осуществляется всегда в конкретной природной среде, а именно: в бассейнах рек с использованием их ресурсов и условий. Поскольку экономические проблемы использования природных ресурсов на современном этапе трансформируются в общую экономико-экологическую проблему, экономико-экологический принцип развития и размещения производительных сил носит концептуальный характер. Он должен быть основополагающим при рассмотрении вопросов природопользования и природообустройства, так как он базируется на целостности биосферы, объединяющей как природные, так и экономические процессы, как естественные, так и искусственно созданные экосистемы. Отсюда появляется очень важное требование

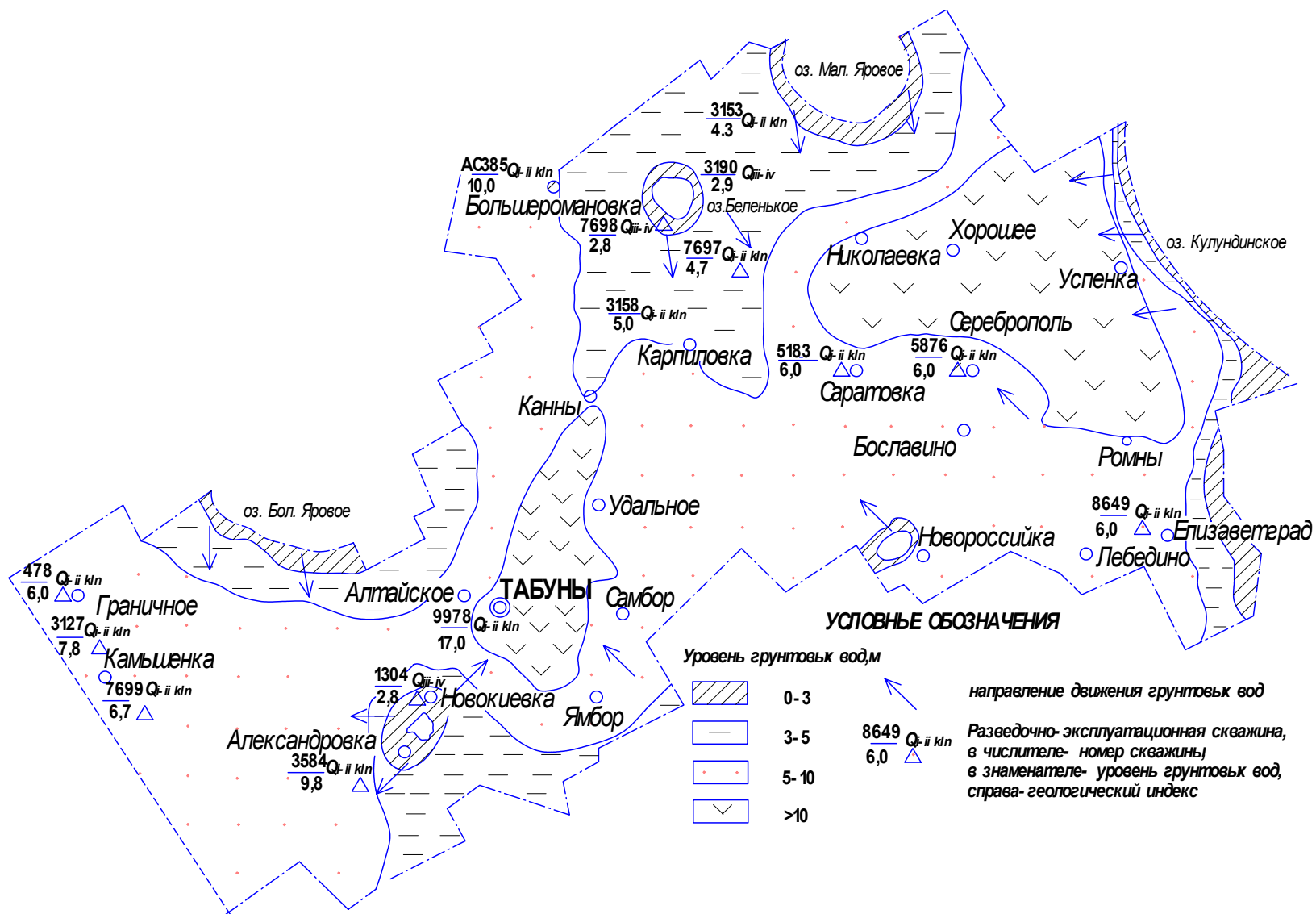


Рис. Фрагмент карты глубин залегания грунтовых вод