

## **ОПЫТ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКОГО КАРТИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ г. ТОМСКА**

**Г. А. СУЛАКШИНА, Л. А. РОЖДЕСТВЕНСКАЯ**

**(Представлено научным семинаром кафедры гидрогеологии и инженерной геологии)**

При современных масштабах строительных работ особенно большое значение имеет своевременное и качественное выполнение инженерно-геологических исследований, необходимых для обоснования проектов сооружений. В обращении участников Всесоюзного совещания работников проектных организаций ко всем инженерам, архитекторам и техникам-проектировщикам отмечается, что одной из причин отставания разработки проектов районной планировки является несвоевременное выполнение изыскательских работ, в том числе и инженерно-геологических. Решение этой проблемы, очевидно, может быть достигнуто заблаговременным составлением инженерно-геологических карт для районов предполагаемых строителств и в первую очередь для территории крупных городов. Эта задача может быть решена особенно просто в связи с тем, что на территории крупных городов и промышленных центров в течение многих лет систематически производятся различные инженерно-геологические работы по отдельным строительным площадкам. Сбор материалов таких исследований и обобщение их в виде карты инженерно-геологических условий строительства может явиться основой для составления проектов планировки и инженерной подготовки городских территорий.

Ниже приводится опыт составления инженерно-геологических карт для территории г. Томска.

В течение нескольких лет сотрудниками кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и общей геологии Томского политехнического института в содружестве с областным управлением по делам строительства и архитектуры был проведен сбор фактического геологического материала в проектных и других организациях города и наблюдения за физико-геологическими явлениями, развитыми на его территории.

Детальное изучение собранных материалов по геологии, гидрогеологии и инженерной геологии города показало, что условия строительства в разных районах городской территории резко различны. Это наглядно иллюстрируется приведенной ниже инженерно-геологической характеристикой города.

В соответствии с основными принципами инженерно-геологического районирования в основу инженерно-геологической характеристики г. Томска было положено геоморфологическое расчленение, предложен-

ное Б. В. Плотниковым (рис. 1), согласно которому на территории г. Томска прослеживается семь террас р. Томи, вытянутых в северо-западном направлении. Анализ инженерно-геологических особенностей территории в отношении состава, свойств грунтов и физико-геологических явлений, проведенный по отдельным террасам, позволил наметить следующие особенности шести террас.

#### I терраса

Общий сводный разрез рыхлой толщи первой террасы в пределах мощности сжимаемой толщи в 10—15 м характеризуется чередованием следующих разностей:

1. Насыпной грунт крайне разнообразного состава (суглинки или супеси с включениями растительных остатков, кирпича, гальки, хряща и т. д.) с линзами торфянистых отложений и горизонтами погребенных почв. Мощность 1,5—8,0 м.

2. Суглинки иловатые и гумусированные, с линзами ила и торфа. Мощность 1,0—8,0 м.

3. Супеси легкие с прослоями песка и с включениями гальки, подстилаются песком и галечником. Обводнены, в скважинах оплывают. Вскрыты до глубины 10—15 м. При глубине заложения фундаментов в 2,20 и 4,0 м несущими являются насыпные грунты и суглинки иловатые.

Физико-технические свойства несущих грунтов не изучены. Это является одной из задач, требующих разрешения в ближайшее время. Физико-технические свойства иловатых суглинков характеризуются высокими значениями естественной влажности и коэффициента пористости и низкими допускаемыми нагрузками порядка 1,25—1,5 кг/см<sup>2</sup> (табл.).

Грунты I террасы сильно обводнены. Грунтовые воды и верховодка располагаются близко от поверхности земли (0,5—3,0 м), вызывая заболачивание, наледи и пучины.

#### II терраса

В общем разрезе грунтов рыхлой толщи II террасы наблюдаются следующие разности:

1. Насыпной грунт мощностью 2,0—5,0 м.

2. Иловатые суглинки и супеси с прослоями и линзами ила и торфа.

3. Суглинки тяжелые — мощность 0,5—4,0 м с линзами глин. Вскрыты до глубины 10,0 м. Несущие грунты — преимущественно насыпные и иловатые суглинки. Физико-технические свойства грунтов (табл. 1), обводненность и физико-геологические явления аналогичны I террасе. Изученность II террасы — неравномерная, южная ее половина изучена значительно слабее северной.

#### III терраса

Для разреза III террасы характерно развитие следующих разновидностей грунтов:

1. Насыпной грунт мощностью до 2,5 м.

2. Суглинки легкие, сменяющиеся тяжелыми и легкими супесями, в южной части — песками. Мощность от 2,0 до 7,0 м.

3. Суглинки тяжелые, участками макропористые и лёссовидные. Мощность 1,5—7,0 м.

4. Супеси легкие, вскрыты до глубины 10 м. Основными несущими грунтами на этой террасе являются суглинки и супеси. Характеристики физико-технических свойств этих грунтов сведены в таблицу. Как видно из таблицы, допускаемые нагрузки на несущие грунты колеблются в среднем в пределах 2,0—2,5 кг/см<sup>2</sup>.

Глубина залегания грунтовых вод и верховодки свыше 3 м от поверхности земли. Режим грунтовых вод не изучен. Вместе с тем знание его необходимо, так как в связи с сильно пылеватым составом грунтов

Схематический геоморфологический разрез  
по правому берегу р. Томи в р-не г. Томска.

Составил Б. В. Плотников 1957г.

Верт. масштаб 1:500

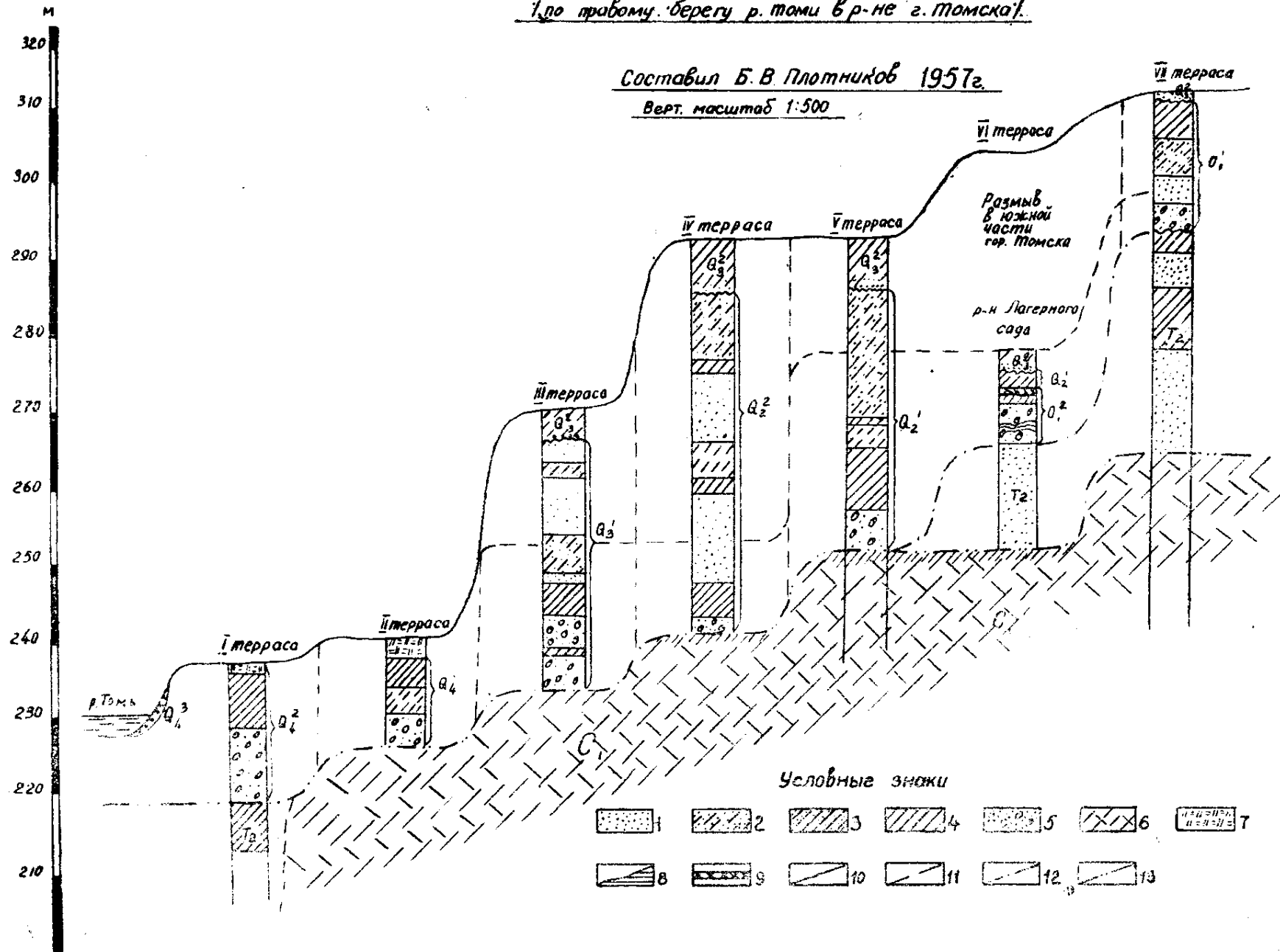


Рис. 1. Схематический геоморфологический разрез (по Б. В. Плотникову, 1957).

Условные обозначения:

1 — пески; 2 — супеси; 3 — суглинки; 4 — глина; 5 — галечники; 6 — палеозойские глинистые сланцы и песчаники; 7 — насыпной грунт; 8 — ленточные глины; 9 — погребенные почвы; 10 — современная поверхность террас (не размытая); 11 — современная поверхность террас (размытая); 12 — граница третичных отложений; 13 — поверхность палеозоя.

Сводная таблица физико-технических свойств грунтов по террасам г. Томска

Терраса	Несущие грунты	Количество исследованных образцов	Удельный вес, г/см <sup>3</sup>	Объемный вес (естественный), г/см <sup>3</sup>	Объемный вес скелета, г/см <sup>3</sup>	Коэффициент пористости	Естественная влажность	Степень влажности	Верхний предел пластичности, %	Нижний предел пластичности, %	Число пластичности	Коэффициент макрористости	Ориентировочная допустимая нагрузка, кг/см <sup>2</sup>	
													от	до
I	Суглинки	27	2,16—2,72	1,75—2,07	1,32—1,74	0,59—0,95	16,4—37,8	0,6—1,0	20,0—42,0	13,0—30,0	7—16	—	1,25—2,5	1,8
	Суглинки иловатые	10	2,59—2,72	1,51—1,80	1,16—1,34	1,0—1,22	30,6—40,02	0,75—0,85	27—42,0	21,0—28,0	7,0—16,0	—	1,0	1,0
II	Суглинки и суглинки иловатые	8	2,62—2,67	1,54—2,0	1,06—1,59	0,67—1,50	23,0—49,1	0,8—1,0	32,0—49,0	18,0—28,0	14,0—20,0	—	1,0—1,8	1,5
III	Суглинки легкие, местами макропористые	8	2,64—2,72	1,64—1,93	1,40—1,59	0,71—0,90	11,9—21,6	0,38—0,82	19,0—27,0	12,0—17,0	7,0—12,0	—	1,5—2,5	2,0
	Супеси легкие, тяжелые, макропористые	30	2,64—2,72	1,62—1,99	1,45—1,69	0,56—0,88	8,3—21,6	0,20—0,87	17,0—25,0	14,0—19,0	1,0—7,0	—	2,0—2,75	2,4
IV	Супеси пылеватые	26	2,68—2,71	1,64—2,11	1,47—1,77	0,52—0,83	8,7—29,2	0,3—1,04	17,0—27,0	15,0—19,0	1,0—7,0	—	1,5—2,5	2,25
	Суглинки легкие	8	2,63—2,71	1,89—2,14	1,55—1,78	0,48—0,73	17,1—24,6	0,66—1,00	19,0—26,0	15,0—18,0	7,0—11,0	—	1,5—2,0	1,9
V	Суглинки лессовидные	128	2,59—2,73	1,57—2,07	1,37—1,72	0,54—0,96	5,65—27,6	0,2—1,00	20,0—33,0	10,0—21,0	2,0—17,0	0,0—0,7	1,5—2,5	1,9
	Суглинки	80	2,59—2,74	1,67—2,10	1,31—1,73	0,49—0,98	11,4	0,39—1,0	20,0—37,0	11,0—22,9	7,0—15,0	—	1,25—3,0	2,7
	Супеси макропористые	16	2,64—2,70	1,42—1,90	1,39—1,64	0,60—0,99	5,0—21,3	0,19—0,91	18,8—25,0	15,0—19,0	3,0—6,0	0,02	1,50—2,5	2,2
	Супеси	38	2,63—2,72	1,65—2,10	1,52—1,81	0,47—0,79	5,0—29,8	0,15—1,0	15,9—25,1	15,20—19	01,0—7,0	—	2,0—3,0	2,6

можно ожидать, что повышение уровня грунтовых вод может привести к снижению несущей способности грунтов до менее  $1,5 \text{ кг/см}^2$ .

#### IV терраса

Общий разрез грунтов рыхлой толщи IV террасы представлен следующими разностями:

1. Насыпной грунт мощностью до  $2,5 \text{ м}$ .
2. Суглинки легкие, местами иловатые, с линзами торфа. Мощность от 0 до  $3,0\text{—}4,0 \text{ м}$ .
3. Супеси легкие, пылеватые, местами иловатые, с линзами песков и легких суглинков. Мощность от  $2,3$  до  $8,5 \text{ м}$ .
4. Суглинки легкие, подстилаются песчано-галечниковыми отложениями, вскрыты до глубины  $7\text{—}10 \text{ м}$ .

Несущими грунтами при глубине заложения фундаментов в  $2,5$  и  $4,0 \text{ м}$  на IV террасе являются преимущественно легкие, реже тяжелые пылеватые супеси и легкие суглинки II и III горизонтов.

Как видно из сводной таблицы, допускаемые нагрузки на несущие грунты составляют в среднем  $2,0\text{—}2,5 \text{ кг/см}^2$ , резко снижаясь при залегании их ниже уровня грунтовых вод.

Условия залегания грунтовых вод и верховодки на IV террасе крайне прихотливые. Глубина залегания их колеблется в пределах от 0 до  $10 \text{ м}$  свыше от поверхности земли.

Сильно пылеватый состав грунтов, обводненность и условия поверхностного стока способствуют интенсивному росту оврагов, широко развитых по склонам IV террасы к долине р. Ушайки. С высоким стоянием грунтовых вод здесь связаны также наледи, заболоченность и пучины, наблюдающиеся вдоль склона V террасы.

#### V терраса

V терраса города изучена наиболее полно. По данным многочисленных выработок, проведенных на территории террасы, сводный разрез грунтов рыхлой толщи террасы представляется в следующем виде:

1. Покровная толща лёссовидных и макропористых, местами деградированных грунтов. Представлена легкими и тяжелыми супесями и суглинками, на отдельных участках хорошо сохранившими все характерные особенности лёссовидных грунтов. Мощность  $4,0\text{—}7,0 \text{ м}$ .
2. Пески, легкие супеси, в западной части террасы сменяющиеся суглинками и глинами. Мощность  $3,0\text{—}6,0 \text{ м}$ .
3. Тяжелые суглинки и глины вскрыты до глубины  $10,0 \text{ м}$ .

Состав грунтов покровной толщи на глубинах заложения фундаментов чрезвычайно пестрый. На участке террасы, расположенном к югу от реки Ушайки, развиты преимущественно легкие суглинки с линзами тяжелых, иловатых.

К северу от р. Ушайки на V террасе преобладают лёссовидные грунты, и только в самом северном углу террасы, гипсометрически расположенном ниже остальной части, лёссовидные суглинки выклиниваются, сменяясь обычными легкими суглинками.

Физико-технические свойства несущих грунтов V террасы характеризуются весьма пестрыми показателями. Допускаемые нагрузки для несущих грунтов изменяются на очень коротких расстояниях в пределах от  $1,5$  до  $3,0 \text{ кг/см}^2$ . При оценке отдельных строительных площадок необходимо иметь в виду возможность неравномерных осадок.

Грунтовые воды в пределах V террасы залегают на глубине свыше  $10 \text{ м}$ . Физико-геологических явлений здесь не наблюдается.

#### VI терраса

Степень изученности VI террасы весьма неравномерна. Останец ее, расположенный в юго-западной части города, изучен с большой степенью детальности. Для большей части этой территории города подробная

характеристика инженерно-геологических условий может быть дана без дополнительных исследований.

Общий сводный разрез рыхлых грунтов VI террасы следующий:

1. Покровная толща, представленная пылеватыми легкими и тяжелыми суглинками и супесями с линзами лёссовидных суглинков. Мощность 4,07 м.

2. Суглинки тяжелые и глины. Мощность 1,5—2,0 м.

3. Песок с галечником вскрыт на глубине 6,0—9,0 м. Несущими грунтами являются отложения покровной толщи, по составу и свойствам аналогичные грунтам V террасы (таблица).

Грунтовые воды на пологих участках террасы залегают на глубине свыше 10 м.

Сильно пылеватый состав лёссовидных грунтов, выходы на склонах грунтовых вод и условия поверхностного стока способствуют бурному развитию оврагов.

Из приведенной краткой инженерно-геологической характеристики отдельных террас очевидно, что основными природными факторами, определяющими условия строительства в г. Томске в порядке их значимости, являются:

1. Сильная расчлененность рельефа, связанная с наличием на городской территории террас р. Томи, долины р. Ушайки и хорошо развитой овражной сети.

2. Прихотливое залегание грунтовых вод и верховодки, встречающееся на глубинах от 0,5 до 10 и выше метров от поверхности земли.

3. Пестрота состава и свойств несущих грунтов, среди которых встречаются все разновидности рыхлых грунтов: глины, суглинки иловатые, гумусированные, легкие, тяжелые, макропористые непросадочные и просадочные, супеси и пески. Допускаемые нагрузки несущих грунтов колеблются в широких пределах — от 1,0 до 2,5 кг/см<sup>2</sup>, резко изменяясь на очень коротких расстояниях.

4. Разнообразные физико-геологические явления, связанные с особенностями состава грунтов и условиями их обводнения, усложняющие условия строительства и эксплуатации сооружений.

В соответствии с наличием того или иного сочетания природных факторов на территории г. Томска в целом можно выделить следующие три группы районов, различных по условиям строительства:

а) районы, не требующие инженерной подготовки;

б) районы, пригодные для строительства, но требующие инженерной подготовки;

в) районы, непригодные для строительства.

К первой группе районов, не требующих инженерной подготовки, относятся пологие участки высоких и низких террас с глубиной залегания грунтовых вод более 3,0 м. Такие участки почти не требуют планировки, глубокое залегание грунтовых вод устраняет необходимость в устройстве дренажей, физико-геологические явления отсутствуют.

Большая часть лёссовидных грунтов, распространенных на этих участках, непросадочна. Просадочные разности встречаются небольшими пятнами, характеризуются обычно I категорией просадочности и требуют лишь предохранения грунтов от замачивания и промерзания в процессе строительства и соблюдения правил эксплуатации зданий.

Вторая группа районов объединяет участки, требующие различной инженерной подготовки.

К ним относятся:

1. Пологие участки I и II террас и незатопляемые участки долины р. Ушайки (поселок Черемошники). Несущие грунты на глубинах заложения фундаментов в 2,5 и 4,0 м представлены преимущественно илова-

тыми суглинками и глинами с прослоями и линзами илов и торфа, несущая способность которых низкая, не превышающая обычно  $1,5 \text{ кг/см}^2$ . Грунтовые воды и верховодка на этих участках залегают высоко — на глубинах от поверхности до 0,5 и от 0,5 до 3,0 м.

С высоким стоянием грунтовых вод и увлажнением поверхностными водами связаны заболоченность и пучины дорог. Увлажнение грунтовыми водами со склона III террасы зимой вызывает наледи. Для нормального развития промышленного и гражданского строительства на этих участках необходимо:

- а) снизить уровни грунтовых вод и верховодки;
- б) перехватить и отвести в сторону подземный сток в основании III террасы;
- в) упорядочить поверхностный сток.

Осуществление указанных мероприятий устранит заболоченность, пучины и наледи. Несущая способность грунтов при этом существенно не изменяется, так как фильтрационная способность грунтов очень низкая.

2. Пологие участки IV террасы. Несущие грунты на глубине 2,5 и 4,0 м представлены обводненными плавучими супесями, несущая способность которых в среднем менее  $1,5 \text{ кг/см}^2$ .

Грунтовые воды и верховодка расположены на глубине от поверхности до 0,5 м и местами от 0,5 до 3,0 м, что вместе с поверхностным увлажнением со склона V террасы вызывает наледи, пучины дорог, заболоченность.

Необходимая инженерная подготовка данной территории должна заключаться в следующем:

- а) упорядочение поверхностного стока;
- б) подземный горизонтальный дренаж грунтовых вод и верховодки.

Эти мероприятия позволяют ликвидировать заболоченность, наледи и пучины дорог, а также повысить несущую способность грунтов с менее  $1,5 \text{ кг/см}^2$  в среднем до  $2,0 \text{ кг/см}^2$ .

3. Склоны III, IV, V, VI террас с глубиной залегания грунтовых вод от поверхности до 0,5 м и от 0,5 до 3,0 м. Выходы грунтовых вод на склонах способствуют развитию оврагов (местами быстрорастущих), оползанию склонов и образованию пучин.

Мероприятия, определяющие возможность использования данной территории для строительства, следующие:

- а) планировка склонов;
- б) снижение уровней грунтовых вод;
- в) укрепление и засыпка оврагов, залесение и задерновка склонов, устройство перемычек.

В качестве специальных мер по борьбе с оползнями на важных для города участках может быть рекомендовано запрещение строительства на участках развития оползней с использованием их под лесонасаждения, сады и парки.

Снижение уровней грунтовых вод может быть осуществлено устройством преимущественно горизонтального дренажа и использованием в некоторых случаях поглощающих колодцев.

4. Склоны III, IV, V, VI террас, сложенные сильно пылеватými грунтами с глубиной залегания грунтовых вод свыше 3,0 м. Сильно пылеватый состав грунтов, неупорядоченный сток поверхностных и хозяйственных вод, выходы в основании склонов грунтовых вод способствуют местами катастрофически быстрому росту оврагов, выводящих из строя значительные площади полезной территории.

Использование данной территории для строительства, парковых насаждений требует немедленного осуществления следующих мероприя-

тий: а) планировки склонов, б) упорядочения стока поверхностных и хозяйственных вод, в) дренажа грунтовых вод, г) укрепления оврагов; д) строгого соблюдения правил производства строительных работ.

5. Склоны III, IV, V, VI террас с глубиной залегания грунтовых вод свыше 3,0 м, местами осложненные недействующими оврагами. Использование этих участков для целей строительства не вызывает затруднений и связано лишь с незначительной планировкой склонов и засыпкой оврагов.

В третью группу районов, непригодных для строительства, попадают постоянно и периодически затопляемые участки долины р. Ушайки.

Приведенная схема инженерно-геологического районирования территории г. Томска, отраженная на карте инженерно-геологического районирования, используется городскими проектными организациями для составления проекта инженерной подготовки территории города и для решения ряда частных инженерно-геологических вопросов (проведение трасс канализаций, трамвайных линий и т. д.) со значительно сокращенным объемом работ.