

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО
Томский отдел
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ВОПРОСЫ ГЕОГРАФИИ
СИБИРИ

Выпуск 25

Томск
2003

ОЦЕНКА ЭРОЗИОННОЙ ОПАСНОСТИ РЕЛЬЕФА ТЕРРИТОРИИ г. ТОМСКА

На территории г. Томска одним из негативных геологических процессов является оврагообразование. Возрастающая нагрузка на геологическую среду на урбанизированной территории приводит к возникновению все новых эрозионных форм. Так, на территории города за последние сто лет число оврагов увеличилось более чем в четыре раза – от 20 в 1896 г. до 82 в 2000 г. [7]. В настоящее время на стадии активного развития находится более 80 оврагов, многие из которых расположены в непосредственной близости от важных хозяйственных объектов. На образование оврагов на территории города оказывает влияние множество факторов: наличие сплошного покрова легкоразмываемых лессовидных суглинков, благоприятные климатические условия, близкое залегание грунтовых вод, интенсивное хозяйственное освоение территории. Наряду с ними, одним из определяющих факторов эрозионной опасности территории являются условия рельефа.

Город Томск и его окрестности находятся на стыке Западно-Сибирской равнины с отрогами Кузнецкого Алатау. Согласно схеме геоморфологического районирования, территория расположена в пределах Томско-Каменского района Чулымско-Енисейской области Западно-Сибирской геоморфологической провинции, где развит денудационный и эрозионно-аккумулятивный рельеф [2]. В черту города и его окрестностей входят холмистая равнина Томь-Яйского междуречья, в которую врезана долина р. Томи с серией надпойменных террас и долины ее притоков. Абсолютные отметки колеблются от 73 м (урез воды в р. Томь) до 258 м к северо-востоку, на Томь-Яйском междуречье. Долина Томи резко асимметрична. Река делит город на две части: возвышенное правобережье с абсолютными высотами 100–250 м и низменное левобережье с отметками 80–100 м. Водораздельная равнина занимает восточную и юго-восточную части города (район Спичфабрики, Каштак, Лагерный сад). Поверхность ее неровная, расчленена логами и оврагами в придолинной части. Ее абсолютные высоты составляют 120–140 м. В левобережье Томи, на Обь-Томском междуречье водораздельная равнина осложнена ложбинами древнего стока, которые пересекают ее с северо-востока на юго-запад. В ложбины врезаны левые притоки Томи – речки Черная и Кисловка. В долине Томи прослеживаются пойма и три надпойменные террасы (рис. 1).

Третья терраса примыкает с запада и северо-запада к водораздельной равнине. Граница между ними практически незаметна. На ней расположены микрорайон Каштак, Соляная площадь, Воскресенская гора. Западная граница террасы хорошо выражена в рельефе: на спуске к коммунальному мосту по ул. Нахимова, у главного корпуса ТПУ, угол улиц Герцена и Гоголя (Буфф-сад), угол улиц Никитина и Тверс-

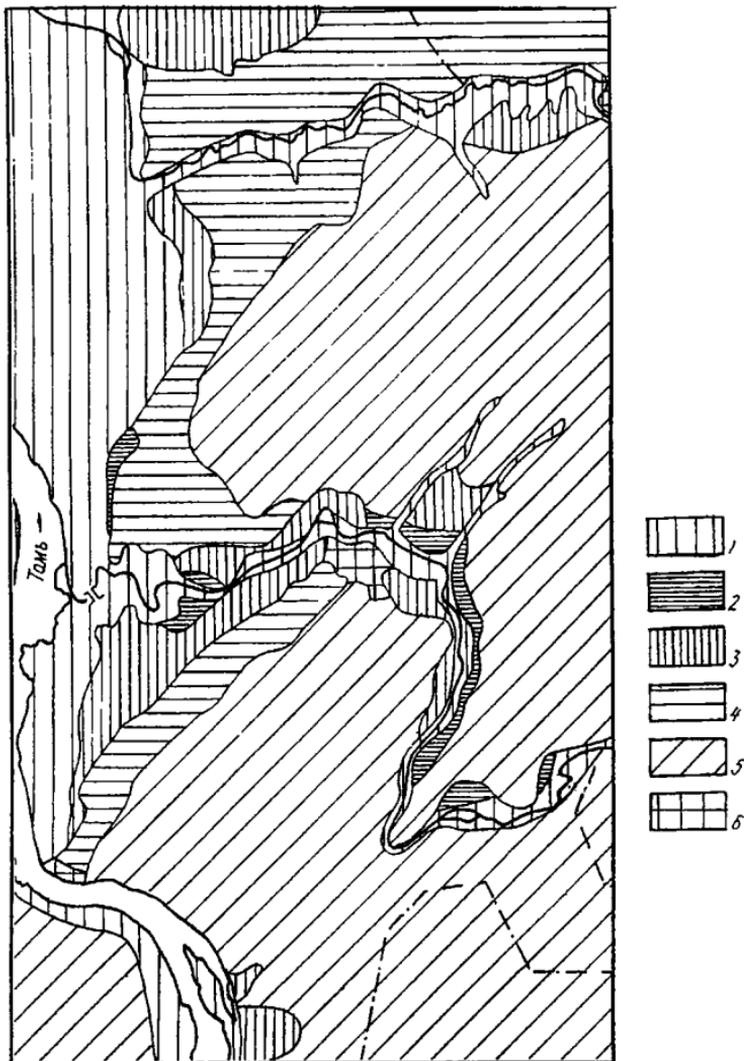


Рис 1 Схематическая геоморфологическая карта г Томска [4] 1 – пойма; 2 – первая надпойменная терраса, 3 – вторая надпойменная терраса, 4 – третья надпойменная терраса, 5 – водораздельная равнина, 6 – техногенные отложения

кая, на спуске к р. Ушайка по ул. Толстого, ул. О. Кошевого Четкую ступень терраса имеет на правом берегу р. Ушайки, в районе ул. Бакунина, Белого озера, Каштака Далее к р. Киргизке площадь террасы резко увеличивается, ширина ее достигает 2 км и более Поверхность террасы ровная или слегка волнистая, со слабым уклоном к краям, которые сильно изрезаны оврагами. Местами развит грядово-дюнный рельеф. Абсолютные высоты 100–120 м, над урезом воды в р. Томь – 40–50 м

Вторая терраса Томи тянется широкой полосой с юго-запада на северо-восток по правому берегу р. Томи от ул. Нахимова до р. Ушайки в районе ул. Л. Толстого Здесь расположены университет, почтамт. Другой фрагмент второй террасы прослеживается от северной оконечности Каштака до р. Мал. Киргизки. Небольшие участки ее выделены также по обеим сторонам Ушайки и севернее устья Басандайки. На левобережье осадками второй террасы сложена территория пос. Тимирязевский Это типично боровая терраса с хорошо выраженным дюнным рельефом и сосновым бором на ее поверхности. Абсолютные высоты 80–100 м, над урезом воды в р. Томь – 20–25 м.

Первая надпойменная терраса протягивается от ул. Обруб до ул. Дальне-Ключевской – здесь расположена пл. Ленина, в начале ул. Сибирской и по обоим берегам р. Ушайки, от пос. Ближнего вверх по реке. Абсолютные отметки 80–88 м, относительные – 8–10 м Поверхность ровная, местами заболоченная, с останцами более древних террас, имеет слабый уклон в сторону русла.

Пойма р. Томи развита главным образом в левобережье, где ширина ее достигает 3 км, но хорошо представлена и на правом берегу в северной части города, где на высокой пойме расположен район Черемошники. Поверхность сравнительно ровная, с многочисленными старицами и протоками Выделяются высокая (до 6 м) и низкая (1,5–2 м) поймы

Для города характерен ступенчатый облик рельефа, т.к. основная его территория находится в пределах поймы и надпойменных террас р. Томи и ее притоков Перепады высот относятся в основном к террасовым уступам Рельеф застроенной части города изменяется в связи с хозяйственным освоением. В ходе антропогенной эволюции произошло стирание геоморфологических границ, снижение уклонов поверхности, уничтожение микрорельефа. Общий морфологический облик поверхности все же сохранился

Расчлененность рельефа

Рельеф является ведущим фактором развития эрозии От его свойств зависит концентрация и сток талых и ливневых поверхностных вод Чтобы оценить потенциальную опасность эрозии по условиям рельефа, нами составлены карты вертикального и горизонтального расчленения территории, карта углов наклона поверхности, а также синтетическая морфометрическая карта потенциальной эрозионной опасности рельефа (карта эиергин рельефа). Карты вертикального расчленения рельефа и густоты долинно-балочного расчленения были построены методом скользящих квадратов [9].

Карта вертикального расчленения рельефа даст представление о колебаниях относительных высот на определенной территории, то есть характеризует глубину местных базисов эрозии. Наибольшие превышения характерны для участков междуречья, примыкающих к береговой линии в южной части города, а также для участка водораздельной равнины к северу от р. Ушайки – район Академгородка (рис. 2). Здесь амплитуды высот значительные – они составляют 75–90 м. Левый берег Томи более ровный. Относительные превышения в пределах поймы не более 5–10 м. Большая часть правобережья Томи характеризуется относительными высотами 25–50 м и имеет волнистый рельеф.

Карта густоты эрозионного расчленения (горизонтального расчленения рельефа) позволяет оценить величину площади водосбора, от которой также зависит интенсивность эрозии почв. Кроме того, показатель горизонтальной расчлененности территории косвенно указывает на наличие склоновых земель, увеличение площади которых приводит к усилению эрозионной опасности.

Изолинии с минимальными значениями 0–0,4 км/км² четко оконтуривают пойму реки Томи и выровненные поверхности Томь-Яйского междуречья – плакоры (рис. 3). Небольшая густота расчленения здесь объясняется малыми гиссометрическими отметками, общей выровненностью, заболоченностью, легким механическим составом почвообразующих пород. В центральной, наиболее освоенной, части города поверхность значительно сnivelирована при застройке, многие малые речки уничтожены. Оврагов здесь нет, линейные размывы наблюдаются в небольшом количестве вдоль дорог. Максимальные значения густоты расчленения – 1,2–2,0 км/км² – приходятся на склоны второй и третьей надпойменных террас р. Томи. Здесь множество оврагов и линейных размывов, образованных, главным образом, за счет хозяйственной деятельности человека. Густота расчленения оврагами и балками в местах их локального сосредоточения достигает 2,3 км/км² (в долине р. Мал. Киргизки), а в среднем составляет 1,0 км/км².

Для зарождения оврага необходима критическая, достаточно большая масса воды, способная размыть естественный или слабонарушенный дерновый покров. Такой объем воды может сформироваться на территории с густотой расчленения 0,4–0,8 м/км² и относительно большими превышениями [8]. В современных условиях это возможно в пределах третьей надпойменной террасы р. Томи в северо-восточной части города, вдоль бровки второй надпойменной террасы южнее субширотного отрезка р. Ушайки.

Одной из важных характеристик, определяющих расчлененность рельефа, является крутизна склонов. С возрастанием уклонов во всех случаях смыв почвы дождевыми осадками увеличивается, но степень этого увеличения различна в зависимости от множества условий. Для оценки эрозионной опасности земель по этому показателю, нами составлена карта крутизны склонов (рис. 4). Распределение земель по уклонам на территории города выглядит следующим образом (табл. 1).

С возрастанием уклонов во всех случаях смыв почвы увеличивается. Однако, в зависимости от литологии почвообразующих пород и других условий, пороговая

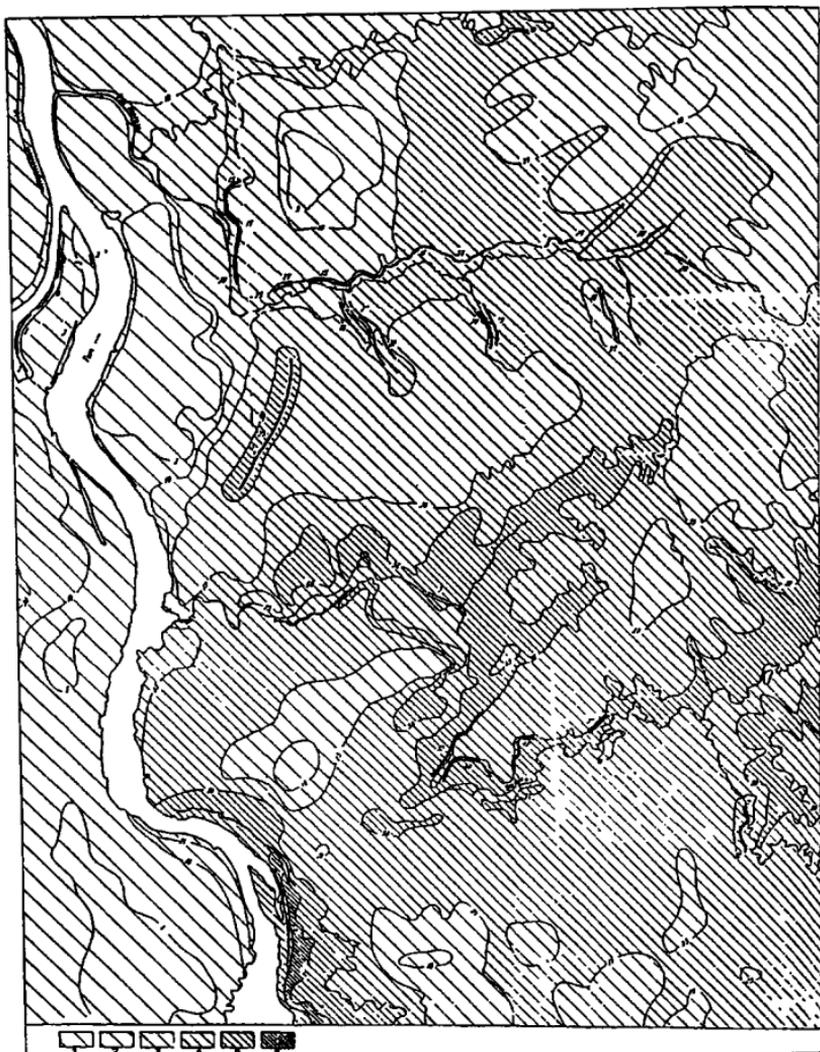


Рис 2 Карта вертикального расчленения рельефа территории г Томска
 Относительные высоты, м 1 – 5–10, 2 – 10–25, 3 – 25–50, 4 – 50–75; 5 – > 75

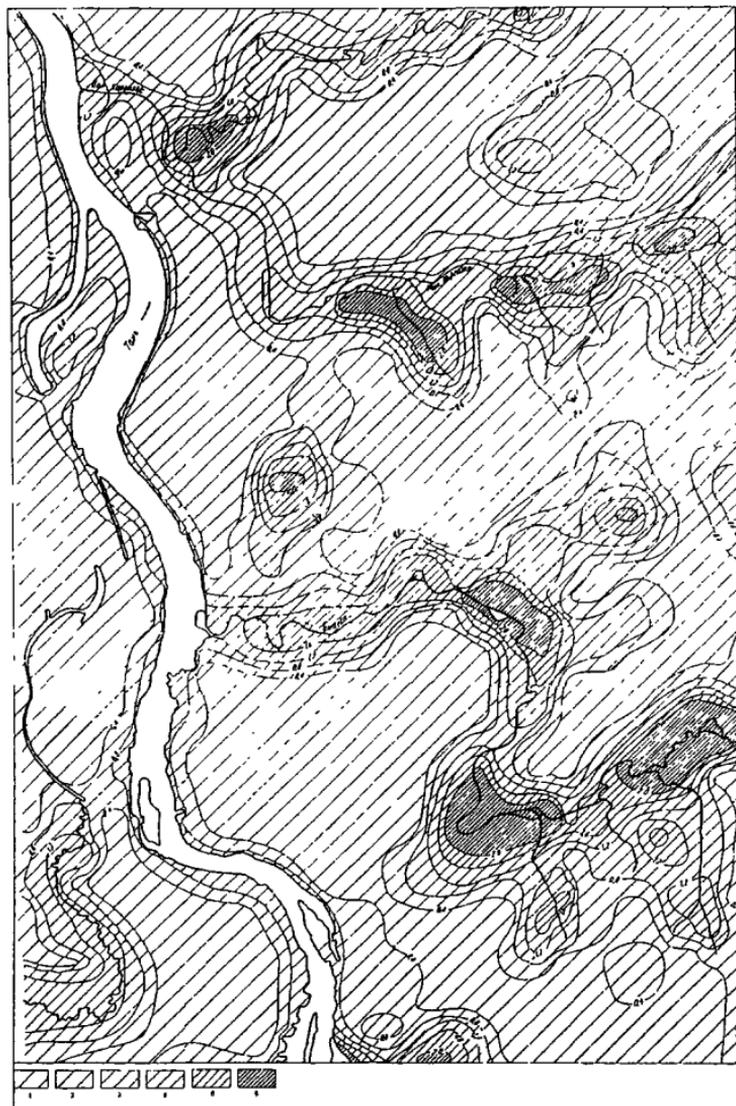


Рис 3 Карта густоты эрозионного расчленения территории г Томска. Густота эрозионного расчленения, $\text{км}^2/\text{км}^2$ 1 - 0-0,4; 2 - 0,4-0,8, 3 - 0,8-1,2, 4 - 1,2-1,6, 5 - 1,6-2,0, 6 - >2,0



Рис. 4. Карта крутизны склонов территории г. Томска. Углы наклона поверхности, град:
 1 – 0-1; 2 – 1-2; 3 – 2-3; 4 – 3-5; 5 – 5-8; 6 – 8-10; 7 – 10-15; 8 – >15

Распределение земель г. Томска по крутизне склонов

Крутизна склонов, град	Распределение земель по крутизне склонов	
	доля общей площади, %	км ²
0 – 1	36	84,4
1 – 2	22	51,6
2 – 3	13	30,5
3 – 5	10	23,4
5 – 8	9	21,1
8 – 10	6	14,1
>10	4	14,1

величина крутизны склонов, при которой начинается эрозия почв, сильно различается [5, 6]. По устоявшимся представлениям, смыв почвы начинается на склонах крутизной более 1°. На склонах крутизной более 2° обнаруживается проявление начальных форм линейной эрозии. Склоны крутизной от 3 до 5° характеризуются значительным развитием эрозионных процессов. При крутизне 5–8° необходимо проведение коренных противоэрозионных мероприятий. В Томске плоские поверхности крутизной менее 1° занимают всего 36% территории города.

На склонах крутизой более 3° могут зарождаться и развиваться линейные формы размыва, в том числе овраги. Такие земли распространены большей частью в северной и юго-восточной части правобережья. Они занимают 29% площади городских земель и требуют проведения коренных противоэрозионных мероприятий.

Эрозионная опасность земель по условиям рельефа

Ни один из перечисленных выше показателей сам по себе не дает полной картины, позволяющей говорить об эрозионном потенциале рельефа. Судить о нем можно лишь по сочетанию условий изменчивости рельефа. Для этого была составлена карта потенциальной эрозионной опасности рельефа (энергии рельефа).

Карта выполнена по методике, разработанной для равнинных территорий [1, 3] и дополненной в соответствии с местными особенностями рельефа. Для оценки количественных параметров рельефа использовалась балльная система (табл. 2).

Таблица 2

Оценка морфометрических показателей рельефа

Балл	Густота расчленения рельефа, км/км ²	Глубина расчленения рельефа, м	Уклоны земной поверхности, град
1	0 – 0,4	0 – 10	< 1
2	0,4 – 0,8	10 – 25	1 – 3
3	0,8 – 1,2	25 – 50	3 – 5
4	1,2 – 1,6	50 – 75	5 – 8
5	1,6 – 2,0	> 75	8 – 10
6	> 2,0		> 10

Характеристика эрозионной опасности рельефа г. Томска

Среднее значение густоты расчленения рельефа, км/км ²	Среднее значение глубины расчленения рельефа, м	Среднее значение уклонов земной поверхности, град	Интегральная оценка энергии рельефа, балл	Обобщенная оценка энергии рельефа, балл	Категории земель по эрозионной опасности	% от площади города
0 – 0,4	0 – 10	< 1	3	I	Не эрозионно-опасные	8
0,4 – 0,8	10 – 25	1 – 3	4 5	II	Слабо эрозионно-опасные	18
0,8 – 1,2	25 – 50	3 – 5	6 7 8	III	Средне эрозионно-опасные	33
1,2 – 1,6	50 – 75	5 – 8	9 10 11 12 13	IV	Сильно эрозионно-опасные	36
1,6 – 2,0 > 2,0	> 75	8 – 10 > 10	14 15 16 17	V	Крайне эрозионно-опасные	5

Затем методом растровой дискредитации [10] получена обобщенная балльная характеристика энергии рельефа и определены категории земель в зависимости от эрозионной опасности (табл. 3).

Все выделенные типы земель были подразделены на пять категорий I – не эрозионноопасные, II – слабо эрозионноопасные, III – средние эрозионноопасные, IV – сильно эрозионноопасные, V – крайне эрозионноопасные

На изучаемой территории к ним отнесены (рис. 5):

I – плоские слабоволнистые поверхности террас, поймы,

II – поверхности покатых приводораздельных склонов, слабовыпуклых склонов, пологие и слабопокатые участки пойм;

III – земли покатых склонов;

IV – склоны балок, уступы террас, сильно расчлененные участки междуречий,

V – обрывистые коренные берега рек, овраги, склоны крутизной более 10°

Таким образом, рельеф территории г. Томска весьма благоприятен для развития эрозионных процессов. 33% земель города являются средние эрозионноопасными по условиям рельефа, 36% – сильно эрозионноопасными, 5% крайне опасны в отношении эрозии. Вместе эти категории земель составляют 74% от общей площади города. И лишь 8% земель не опасны в отношении эрозии – это в основном широкая плоская поверхность поймы р. Томь в северной части города. Это необходимо учитывать при строительстве и проектировании зданий и сооружений, коммунальных и других хозяйственных объектов.

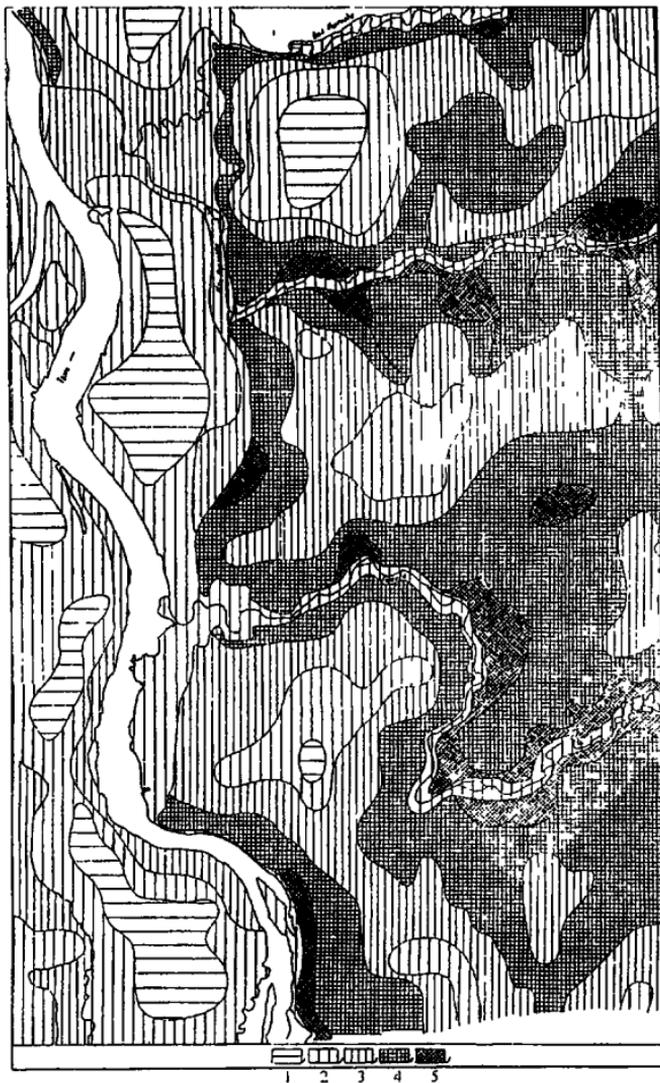


Рис 5 Карта эрозийной опасности земель г Томска по условиям рельефа Категории земель по эрозийной опасности: 1 – не эрозийноопасные, 2 – слабо эрозийноопасные; 3 – средние эрозийноопасные; 4 – сильно эрозийноопасные, 5 – крайне эрозийноопасные

Литература

- 1 Винниченко И И Использование карт потенциальной эрозийной опасности ПТК при разработке землеустроительных проектов (на примере Винницкой области) // Физическая география и геоморфология, 1987 Вып 34 С 100–105
- 2 Геоморфология Западно-Сибирской равнины (Объяснительная записка к Геоморфологической карте Западно-Сибирской равнины масштаба 1 : 500 000) Новосибирск, 1972 112 с
- 3 Евсеева Н С Экзогенные процессы Томск Изд во Том ун-та, 2000 122 с
- 4 Егоров Б А и др Обобщение и анализ геологических, гидрогеологических и инженерно-геологических материалов по территории г Томска с целью обоснования проведения картографирования масштаба 1 : 25 000 Проект на проведение картографирования территории г Томска в масштабе 1 : 25 000 (методическая часть) Томск, 1997 Т 1 Текст 87 с Т 3 Графические приложения 6 приложений (Фонды ОАО Томскиефтегазгеология)
- 5 Заславский М Н Эрозия почв М Мысль, 1979 248 с.
- 6 Кирюшин В И Экологические основы земледелия М Колос, 1996 368 с.
- 7 Осинцева Н В , Евсеева Н С О возрасте и скоростях роста оврагов г Томска и его окрестностей // Проблемы географии на рубеже XXI века Томск, 2000 С. 138–140
- 8 Путилин А Ф Оврагообразование на юго-востоке Западной Сибири Новосибирск, 1988 81 с
- 9 Спиридонов А И Геоморфологическое картографирование М , 1975 183 с
- 10 Ширяев Е.Е Новые методы картографического изображения и анализа геoinформации с применением ЭВМ М Недра, 1977 182 с