

Summary

On the base of morphostructure features the general geomorphological regionalization of Indochina (with demarkation of countries and provinces) and North Vietnam (with demarkation and description of areas and regions) was done. Basal principles of legends of geomorphological middle- and large-scale maps as well as means of presentation are discussed. The legends are based on morphostructural principles and supplemented with special symbols for slightly inclined surfaces and slopes and with some morphometric data. Recommendations for geomorphological mapping of the North Vietnam are given.

УДК 551.4.023 : 551.4.042 (470.323)

Е. А. МИРОНОВА, А. Е. КОЗЛОВА

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ СТАЦИОНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ОВРАЖНОЙ ЭРОЗИИ И СМЫВА ПОЧВ В КУРСКОЙ ОБЛАСТИ

Выявление характера и интенсивности эрозионных процессов в период снеготаяния и летне-осеннее время представляет значительный теоретический и практический интерес, особенно в наиболее овражных районах Русской равнины, каким является, например, Среднерусская возвышенность. Количественные характеристики эрозии — ведущего экзогенного процесса на этой территории — дают представление о современных скоростях склоновой денудации.

В 1970 г. Институтом географии АН СССР были начаты стационарные наблюдения за интенсивностью эрозионных процессов в районе Курской экспериментальной базы Института географии и Центрально-Черноземного государственного заповедника им. проф. В. В. Алексина (междуречье Сейма и Млодати). Рельеф территории характеризуется значительной расчлененностью: глубина местных базисов эрозии составляет 40—50 м, густота горизонтального расчленения — $2,27 \text{ км/км}^2$, из них $1,1 \text{ км/км}^2$ приходится на ложбинное расчленение. Современные ускоренные процессы эрозии, особенно смыв почвы, проявляются довольно активно. Линейные формы размыва представлены преимущественно короткими склоновыми промоинами и оврагами глубиной от 2 до 6 м, выходящими своими верховьями на прибалочные склоны. Донных оврагов меньше, в днищах ложин и балок чаще встречаются прерывистые вымоины. В качестве объекта детальных наблюдений выбран овраг «Безымянный» (рис. 1, А). Его водосбор состоит из ложбины и тяготею-

Рис. 1. Смыв и аккумуляция почвы на разных элементах водосбора оврага «Безымянный».

А — расположение учетных площадок на водосборе оврага; Б, В — смыв почвы на учетных площадках № 1 и 2 (а — план учетной площадки, б — продольный профиль, в — объем смытой почвы); Г — аккумуляция почвенных наносов (учетная площадка № 3); 1 — учетная площадка № 1, 2 — учетная площадка № 2, 3 — учетная площадка № 3; 4 — овраг, 5 — граница водосбора оврага, 6 — струйчатые размывы на учетной площадке № 1, 7 — струйчатые размывы на учетной площадке № 2, 8 — пахота вдоль склона, 9 — пахота поперек склона, 10 — наносы материала, 11 — оставшийся снег, 12 — реперы, 13 — бровка вершины оврага, 14 — поперечные профили на учетных площадках № 1 и 2, 15 — количество смытого материала



щих к ней участков приводораздельного склона северо-восточной экспозиции. Ложбина имеет вытянутую форму длиной около 850 и шириной от 150 до 250 м. Вся водосборная площадь (17,5 га) распахана. Нижняя часть ложбины прослеживается наиболее отчетливо. Склоны асимметричны — левый склон юго-восточной экспозиции, являющийся наветренным, имеет крутизну от 4 до 8°, правый заветренный склон — от 3°30' до 4°30'. Уклон тальвега этой части ложбины в среднем 0,062 (около 4°).

Овраг «Безымянный» в плане имеет вытянутую форму. Его длина 162, ширина до 20, глубина 5 м (максимальная 6 м). Вершина оврага овальная. Высота вершинного уступа 1,3 м.

В настоящей статье излагаются методика и результаты наблюдений, проведенных авторами в 1970 г. Был выполнен определенный комплекс работ и использована следующая методика.

1. Проведение одновременных наблюдений за ростом вершины оврага и стоком снеговых вод. Рост вершины определялся путем замера расстояния от ее уступа до репера, установленного выше вершины. Наблюдения за жидким и твердым стоком снеговых вод (ежедневно в 7, 13, 19 час) со всей водосборной ложбины велись у вершины оврага «Безымянного». Результаты наблюдений обрабатывались по методике, разработанной в Отделе гидрологии Института географии АН СССР.

2. Определение объема смытой почвы на склонах и вдоль тальвега водосборной ложбины производилось методом измерения струйчатых размывов на учетных площадках № 1 и 2 (рис. 1, Б, В), позволившим получить приближенную оценку эродированности отдельных участков водосбора.

Картирование струйчатых размывов проводилось по поперечным профилям — линиям, отделявшим полосы склона с разной крутизной. На профиле измерялась глубина и ширина всех размывов и вычислялась площадь их сечения как произведение этих значений. Для каждой полосы высчитывалась средняя суммарная площадь сечения из таковых по двум профилям, отграничивающим данную полосу от выше- и нижележащих. Эта величина, умноженная на расстояние между соседними профилями, давала объем смыва почвы, который определялся в пересчете на гектар площади.

3. Подсчет величины аккумуляции почвенных наносов произведен на учетной площадке № 3 (рис. 1, Г) методом картирования этого участка с помощью профилей, на которых одновременно измерялась мощность слоя наносов.

4. Съёмка плана оврага проведена способом перпендикуляров относительно 16 реперов, положение которых было засечено теодолитом «ТОМ».

Результаты наблюдений

Сток талых вод. Начало стока было зафиксировано 23 марта 1970 г. К этому времени начал таять снег на самых высоких участках водоразделов, образовав подснежный сток по склонам и открытый по дну балок. Температура воздуха в дневные часы поднималась до +2°С, в ночные опускалась до —1 — —3°С. С 31 марта температура стала заметно возрастать и со 2 апреля до окончания снеготаяния не опускалась ниже нуля, хотя на почве иногда был легкий заморозок. Расход воды на наблюдаемом створе до 30 марта не превышал 7 л/мин. га. С 31 марта расход воды постепенно нарастал (рис. 2), достигнув максимальных значений 3 апреля в 1 час — 415, 19 час — 583, 4 апреля в 13 час — 597, в 19 час — 549 и 5 апреля в 7 час — 298 л/мин. га. С 5 апреля сток проходил более или менее равномерно. Последний пик наблюдался 8 апреля в 13 час — 258 л/мин. га. Затем сток постепенно уменьшался и к 14 апреля прекратился полностью.

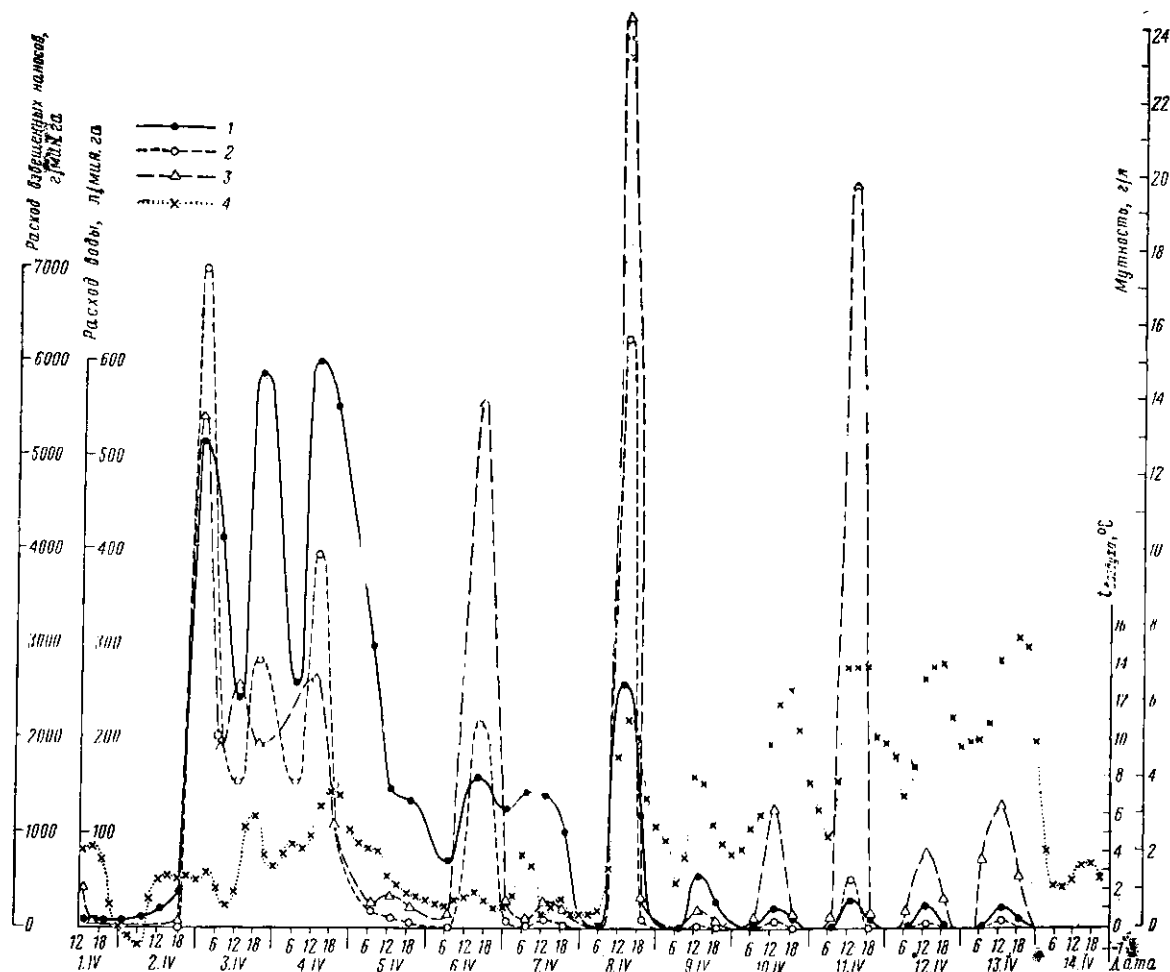


Рис. 2. Ход кривых:

1 — расхода воды, 2 — расхода взвешенных наносов, 3 — мутности, 4 — температуры воздуха весной 1970 г. (подбор озера «Безымянный», район Центрально-Черноземного государственного заповедника)

Весенний жидкий и твердый сток на водосборе оврага «Безыманный»
(март — апрель 1970 г.)

Срок наблюдений	Запас воды в снеге плюс осадки за период снеготаяния, мм	Сток воды			Твердый сток			Суммарный сток со всего водосбора (17,5 га), м ³	Суммарный смыл почвы со всего водосбора (17,5 га), т
		коэффициент стока	расход воды, л/мин. га	объем стока м ³ /га	средняя мутность снеговых вод, кг/м ³	расход взвешенных наносов, г/мин. га	смыл почвы, кг/га		
За весь паводок	350,8	0,66	142	2297	5,610	800	12 888	40 194	225,5
За 2—4 апреля			442	1406	6,090	2692	8561		

Как показывает график (рис. 2), максимумы расхода воды в основном соответствовали максимумам температуры воздуха. Кривая расхода воды имеет ясно выраженный суточный ход, при котором наибольшие величины наблюдались днем. В ночные часы большие расходы наблюдались только в начале паводка со 2 по 5 апреля, когда таяние основной массы снега только еще началось и не прерывалось ночью благодаря относительно высокой температуре воздуха (не менее $+3—+5^{\circ}\text{C}$).

Данные табл. 1 показывают, что основная масса воды (1406 м³/га, т. е. более 60% от общего стока за паводок) стекла в три дня — со 2 по 4 апреля.

Смыл почвы. Смыл почвы во время весеннего паводка происходил весьма интенсивно. Ход кривой мутности снеговых вод¹ (рис. 2) показывает, что до 2 апреля содержание взвешенного материала в воде было незначительным — менее 1 г/л, а 3 апреля в 1 час мутность резко возросла — до 13,5 г/л, что соответствовало такому же быстрому увеличению расхода воды. К этому времени произошло протаивание снежно-ледяного слоя, отделявшего поток от почвы, и началось энергичное ее размывание и насыщение потока частицами. В последующие два дня мутность составляла около 6 г/л. Максимальная мутность талых вод наблюдалась днем 8 апреля и соответствовала последнему пику расхода воды и резкому повышению температуры воздуха. Высокая мутность снеговых вод наблюдалась и в другие дни окончания снеготаяния. Сравнение общего хода кривых расхода воды и мутности (рис. 2) показывает, что максимумы расхода наблюдались в первой половине снеготаяния, а наибольшие значения мутности — во второй. Увеличение мутности во втором периоде снеготаяния связано с тем, что к этому времени большая часть снега сошла, оттаявшая почва была перенасыщена влагой и почвенные частицы легко смывались даже слабыми струйками воды.

Ход кривой расхода взвешенных наносов (рис. 2) показывает, что наибольших величин (4000—6962 г/мин. га) он достигал в период максимальных расходов воды — со 2 по 4 и 8 апреля. В последующие дни расход взвешенных наносов не превышал 500 г/мин. га, поскольку сток сильно уменьшился, хотя мутность снеговых вод иногда была очень высока.

Из табл. 1 видно, что основная величина смыва почвы — 8561 кг/га, или две трети от суммарной величины смыва за паводок, — произошла в первый период активного снеготаяния и соответствовала максимальному стоку снеговых вод.

¹ Анализ проб воды на мутность выполнен в Лаборатории Курской экспериментальной базы ИГ АН СССР Ю. В. Куком.

Жидкий и твердый сток с зяби в период снеготаяния на полях Курской государственной сельскохозяйственной опытной станции и в окрестностях Центрально-Черноземного государственного заповедника (данные Е. П. Чернышева (1970) и авторов)

Место наблюдений	Годы наблюдений	Площадь участка, га	Экспозиция	Запас воды в снеге плюс осадки за период снеготаяния, мм	Коэффициент стока	Объем стока, м ³ /га	Средняя мутность, г/л	Смыв почвы, кг/га
Лог «Ближний»	1964	13	ССЗ	182,1	0,59	1060	0,66	700
» «Дальний»	1964	22	СВ	185,1	0,46	820	4,86	3980
» «Ближний»	1967	13	ССЗ	177,2	0,62	1100	0,51	563
То же	1969	13	ССЗ	87,1	0,34	350	4,93	1724
Водосбор оврага «Безыманный»	1970	17,5	СВ	350,8	0,66	2297	5,61	12 888

В целом за весенний паводок 1970 г. с каждого гектара пашни на водосборе оврага «Безыманный» было смыто 12,9 т почвы, или 8,6 м³ (при объемном весе взвешенных наносов 1,5). Если бы смыв происходил равномерно со всей площади, то поверхность водосбора понизилась бы за этот период на 0,9 мм.

Характеристики весеннего стока на водосборе с зяблевой пахотой, полученные нами в 1970 г., отличавшемся наибольшей водностью склонового стока, показали весьма высокие значения стока и смыва. В менее многоводные годы смыв почвы с зяби слабее. Это можно видеть из табл. 2, в которой приведены данные Е. П. Чернышева (1970), изучавшего сток и смыв на полях Курской государственной сельскохозяйственной опытной станции, в частности на логах «Ближний» и «Дальний», расположенных в местах с близкими к нашему объекту физико-географическими условиями.

Смыв почвы на разных элементах водосбора оврага происходил неравномерно. На правом склоне северо-западной экспозиции, распаханном под зябь поперек склона, снеготаяние шло медленно. Крупных струйчатых размывов, прорывавших гребни борозд, обнаружено не было. Местами мелкие размывы пересекали одну-две борозды и сменялись «микроконусами выноса». Поэтому на правом склоне учет смыва почв путем измерения струйчатых размывов не производился.

На левом склоне, где зяблевая пахота проведена вдоль склона (рис. 1, Б), смыв почвы происходил интенсивно, о чем свидетельствует анализ данных табл. 3. Средние размеры струйчатых размывов и общее их число на профилях показывают, что при продольной распахке концентрация мелких размывов в более крупные на протяжении почти всего склона происходит незначительно, лишь на расстоянии 147 м от водораздела число струйчатых размывов уменьшилось вдвое, а еще через 5 м их осталось только 4. Размеры же — поперечное сечение и глубина струйчатых размывов — сильно возрастали по мере увеличения длины и крутизны склона. Соответственно и смыв почвы возрастал в этом направлении. Если в верхней части учетной площадки на расстоянии 80 м от водораздела при крутизне склона 3° смыв составлял 47 м³/га, то на расстоянии 140 м (полоса № 8) и при крутизне склона 6° он достиг уже 182 м³/га, т. е. почти в 4 раза больше. На нижнем отрезке склона смытость почвы уменьшалась, хотя длина и крутизна склона увеличилась. Это связано с тем, что когда на верхнем участке шло снеготаяние и талые воды размывали почву, внизу снег еще лежал, защищая почву от смыва. Средняя величина смыва почв с учетной площадки № 1 составляет 80 м³/га при средней крутизне склона 4°30'.

Смыв почвы на левом склоне водосбора оврага «Безыманный» в период снеготаяния весной 1970 г. Учетная площадка № 1 (длина 100, ширина 17 м; площадь 0,17 га).

Зябь, продольная распашка

№ поперечного профиля	Расстояние от водораздела до профиля, м	№ полосы на учетной площадке	Крутизна склона, град.	Смыв почвы, м ³ /га	Характеристика струйчатых размывов		
					количество размывов на профиле	средняя площадь сечения струйчатого размыва, см ²	средняя глубина струйчатого размыва, см
12	60						
11	80	1	3	47	28	27	1,8
10	90	2	3				
9	100	3	4				
8	110	4	3	72	22	54	3,6
7	120	5	4	83			
6	130	6	4	108			
5	136	7	5	138	22	98	5,4
4	142	8	6	182			
3	147	9	6°30'	112			
2	152	10	9	97	14	120	6,3
1	160	11	7	91	4	455	18,0

Аккумуляция наносов

Для выяснения степени эродированности днища водосборной ложбины, где концентрировался значительный объем снеговых вод, были измерены струйчатые размывы (учетная площадка № 2 длиной 300, шириной 7 м, площадью 0,21 га и средней крутизной 2°45', рис. 1, В) и определен объем смытой почвы. Полученные данные свидетельствуют о сильном смыве почв, причем с очень большими колебаниями значений — от 77 до 1005 м³/га, а в среднем достигавшем 222 м³/га, т. е. максимальном на водосборе. Колебания величин смыва почвы вдоль тальвега ложбины (рис. 1, В, в), вероятно, связаны с пульсирующим характером действия временных потоков — чередованием размыва (насыщением потока взвешенным материалом) и аккумуляции (разгрузкой потока от твердых частиц).

Изменение уклона тальвега на небольших отрезках на величину смыва почвы в данном случае сказалось слабо. Но если сравнить верхний, больший отрезок учетной площадки — от 0 до 250 м крутизной от 2 до 3° — с нижним — от 250 до 300 м и с крутизной 3°30', то окажется, что смыв на верхнем участке был в 2,5 раза меньше, чем на нижнем (соответственно 190 и 516 м³/га).

Таким образом, в пределах водосборной ложбины в период стока наибольшей эрозии подвергалось ее днище. Несколько слабее были эродированы участки склонов крутизной 3—6° с продольной зяблевой пахотой. Значительно слабее смыв почвы происходил на остальной площади ложбины, где крутизна склонов составляла 2—3° и зяблевая пахота проведена поперек склона.

К концу стаивания снега на левом склоне ложбины значительная часть смытой почвы отложилась на снегу у тальвега в виде вала или своеобразной «боковой морены». Вытаивание погребенного снега происходило медленно, почти не образуя стока, и не закончилось к моменту

окончания снеготаяния на всей водосборной ложбине. Это обусловило фиксацию наносов на месте. При подсчете их объема (учетная площадка № 3, рис. 1, Г) оказалось, что площадь под наносами составила 440 м^2 , а толщина наносов — в среднем 5 см. Следовательно, объем наносов составил 22 м^3 .

Аккумуляция происходила за счет смыва почвы с прилегающего левого склона ложбины с продольной зяблевой пахотой, на котором была заложена учетная площадка № 1. Принимая объем смытой почвы с этой площадки в среднем 80 м^3 с 1 га и распространяя его на всю площадь склона с продольной пахотой, равную 1,2 га, получим общий объем смытой почвы в 100 м^3 . Таким образом, только одна пятая часть (22 м^3) его отложились у подножия склона, а четыре пятых вынесено за пределы водосбора.

Развитие оврага. За весенний период произошли изменения в положении вершины оврага «Безыманный». За весь паводок через вершину прошло 40,2 тыс. м^3 воды (табл. 1), из них до 8 апреля — 36,4 тыс. м^3 . За это время произошло стаивание снега в привершинной части оврага, оттаивание почвогрунта и насыщение его влагой. Подготовленный таким образом почвогрунт при прохождении 8 и 9 апреля стока объемом 4,7 тыс. м^3 был размыв и разрушен. В результате этого вершина оврага продвинулась вверх на 0,62 м, площадь обрушившегося привершинного участка составила 0,7 м^2 . Если учесть, что высота вершинного перепада 1,3 м, то объем почвогрунта, вынесенного из вершины оврага составит около 1 м^3 . Следовательно, на размыв 1 м^3 почвогрунта в вершине оврага потребовалось 4,7 тыс. м^3 воды. В то же время смыв 1 м^3 почвы с водосборной площади этого оврага произведен значительно меньшим количеством снеговой воды. Из табл. 1 видно, что сток снеговых вод составил $2297 \text{ м}^3/\text{га}$, а средний смыв почвы — $8,6 \text{ м}^3/\text{га}$. Отсюда следует, что на смыв 1 м^3 почвы с поля под зябью при преобладании поперечной распахивки потребовалось 267 м^3 воды, т. е. в 17 раз меньше, чем при размыве вершины оврага. А на склоне с продольной зяблевой пахотой (учетная площадка № 1) на смыв 1 м^3 почвы потребовалось всего лишь 54 м^3 воды.

Разрушение вершины оврага происходило и в летне-осенний период. В сентябре 1970 г. было отмечено, что вершина оврага продвинулась вверх еще на 18 см. В целом за весенне-летне-осенний период овраг вырос на 0,8 м. измерения этого оврага на аэрофотоснимках показали, что он за предыдущие 16 лет (1954—1970 гг.) вырос на 32 м, т. е. средняя скорость его роста составляла 2 м в год.

Наблюдения за процессами на склонах оврага показали, что снеготаяние в пределах оврага происходило еще более неравномерно, чем на его водосборе. На левом склоне юго-восточной экспозиции оно протекало быстро, на правом — во много раз медленнее.

Поток талых вод в овраге проходил под снегом и по снегу, отклоняясь к подножию левого склона, в результате чего здесь образовалось новое русло. Отклонение потока талых вод и подмыв им левого склона, происходящие под влиянием благоприятствующей этому солнечно-ветровой экспозиции, являются, по-видимому, в данных условиях одной из основных причин выработки асимметрии поперечного профиля оврага.

Выводы

1. Данные по росту оврага и смыву почв, полученные во время стационарных наблюдений в 1970 г. на одном из участков Среднерусской возвышенности, показали, что в центральной лесостепи в условиях интенсивного сельскохозяйственного использования территории процессы денудации протекают весьма активно как на крутых склонах оврагов, так и на сравнительно пологих приводораздельных и прибалочных скло-

нах. На последних они более значительны в тальвегах ложбин, где поверхностный сток идет концентрированным потоком. В целом эти процессы вызывают постепенное углубление днщ ложбин.

2. Основная роль в развитии оврага и смыве почв со склонов в 1970 г. принадлежала деятельности снеговых вод. Меньшее значение имели дождевые осадки летне-осеннего периода.

3. Неодновременность стаивания снега — запаздывание таяния снега на заветренных и теневых склонах, в тальвегах ложбин и руслах оврагов — вызывает отклонение потоков снеговых вод и тем самым способствует выработке асимметрии этих форм рельефа.

4. Используемая методика стационарных наблюдений позволила получить данные лишь по ограниченному кругу вопросов. Необходимо продолжить и расширить наблюдения с целью получения количественной оценки процессов развития оврагов и процессов денудации в пределах их водосборов в зависимости от комплекса природных и антропогенных факторов, их обуславливающих.

ЛИТЕРАТУРА

Чернышев Е. П. Гидрологические особенности смыва почвы на территории Центрально-Черноземных областей. Автореф. канд. дис. М., 1970.

Институт географии АН СССР

Поступила в редакцию
19.VII.1972

SOME RESULTS OF STATIONARY STUDIES ON GULLIES AND SOIL EROSION AT KURSK REGION

E. A. MIRONOVA, A. E. KOZLOVA

Summary

The paper gives numerical data on the gully-forming and slope denudation processes under conditions of the Central steppe-forest, the territory being of intensive agricultural use. Analysis of the data shows active development of erosion process at all the elements of topography especially during the spring snow-melting period and at the years having abundance of water.

УДК 551.432.3(235.222)

Л. И. РОЗЕНБЕРГ

РОЛЬ НЕОТЕКТОНИКИ В ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ТАРХАТИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ ГОРНОГО АЛТАЯ

Тархатинская котловина расположена в южной, наиболее высокой части Горного Алтая на южном склоне Южно-Чуйского хребта. Современная поверхность котловины находится на высоте более 2500 м над ур. м., прилегающие к ней горы достигают 3340 м. В геологическом отношении она приурочена к центральной части Холзуно-Чуйского антиклинория (Красильников, 1966), имеющего двухъярусное строение. Нижний ярус сложен породами верхнего кембрия и кемброордовика, верхний, не имеющий сплошного распространения, — отложениями силура и девона. Структуры антиклинория контролируются глубинными разломами северо-западного простирания и сопряженными с ними разломами, но непо-