

УДК 551.24 : 551.79(925.24)

М. П. ЖИДКОВ, С. Н. МАЛИНОВСКАЯ

### ПОЗДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫЕ И ГОЛОЦЕНОВЫЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ДВИЖЕНИЯ В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ И ИЛИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

Вдоль северного подножия Заилийского Алатау вытянута зона глубинного Актюзского разлома, разделяющего в новейшее время поднятие Заилийского Алатау и Илийскую впадину (Суворов, 1968). Их современная геоморфологическая граница проходит в зоне сочленения возвышенной предгорной ступени и подгорных равнин, сложенных конусами выносов рек. Эта зона характеризуется большими амплитудами и градиентами новейших и современных тектонических движений, а также высокой сейсмичностью. Здесь расположены крупные населенные пункты, включая Алма-Ату, поэтому изучение новейшей и современной тектоники этой территории представляет не только теоретический, но и большой практический интерес. В Алма-Ате и Талгаре созданы стационарные геодинамические полигоны. Ниже изложены результаты изучения геоморфологическими методами вертикальных тектонических движений западной части этой зоны (к западу от долины Малой Алматинки).

Здесь мы исследовали все долины рек в области предгорий и подгорных равнин. Были составлены продольные и поперечные профили долин. Корреляция террас обеспечивалась их непрерывным прослеживанием, изучением элементов строения и положения в долине, анализом состава аллювия. Измерения высот террас производились теодолитом. Особое внимание было обращено на изменение морфологии речных долин при переходе от предгорных возвышенностей к подгорной равнине. Это так называемые горные устья, где речные террасы, выходя из горных долин, расширяются и переходят в конусы выносов. В долинах рек, в пределах прилавков (предгорных ступеней), выделяются четыре основных террасы. Согласно Е. Я. Ранцман (1968) и П. Г. Григоренко (1970), возраст I и II террас — голоценовый, III террасы — позднеплейстоценовый и IV террасы — среднелейстоценовый. Характерные высоты террас даны в табл. 1. В долинах рек Каргалинки, Аксая, Правого Кыргаулды и Долана есть низкие террасы, морфологически сходные с II и I террасами, но они выработаны в селевых отложениях или оплывинах, возникших при землетрясении 1887 года. Террасы подобного типа мы не измеряли.

В результате изучения долин 12 рек и измерений высот их террас были установлены различия в морфологии долин, которые позволили разделить зону сочленения Заилийского Алатау и Илийской впадины (между долинами рек Малой Алматинки и Кастек) на три участка.

Первый участок — от долины Малой Алматинки до долины р. Долан (рис. 1). Подгорную равнину слагают слившиеся голоценовые конусы выносов, соответствующие второму уровню террас, в которые врезаны русла рек на 6—8 м. К подгорной равнине довольно круто обрываются предгорные возвышенности, так называемые прилавки, сложенные неоген-нижнелейстоценовыми осадками. В области прилавков речные до-

Таблица 1

Некоторые характеристики долин рек северного склона Заилийского Алатау. (Использованы полевые материалы и данные из справочников «Ресурсы поверхностных вод СССР», 1967, 1970)

| Река             | Площадь бассейна реки до горного устья, км <sup>2</sup> | Расход воды в горном устье, м <sup>3</sup> /сек |             |         | Среднее падение реки, м/км |                      | Аномальное <sup>1</sup> увеличение падения в горном устье, % | Высота III террасы <sup>2</sup> , м |                    |                |                      | Высота II террасы, м |                    |                      | Высота I террасы, м  |
|------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------|---------|----------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|----------------|----------------------|----------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
|                  |                                                         | максимальный                                    | минимальный | средний | в зоне прилавков           | на подгорной равнине |                                                              | в высоких прилавках                 | в низких прилавках | в горном устье | на подгорной равнине | в высоких прилавках  | в низких прилавках | на подгорной равнине | на подгорной равнине |
| М. Алматинка     | 118,0                                                   | 5,1                                             |             | 2,42    | 50                         | 21                   | 90                                                           | —                                   |                    |                |                      | 8,0                  | 10                 |                      | 4,0                  |
| Б. Алматинка     | 280,0                                                   | 23,4                                            | 2,0         | 5,30    | 40                         | 37                   | 100                                                          |                                     | 17,0               |                |                      | 8,5                  | 8,5                | 8,0                  | 4,0                  |
| Каргалинка       | 44,9                                                    | 2,0                                             | 0,5         |         | 75                         | 32                   |                                                              | 30,1                                | 16,2               |                |                      | 7,5                  | 7,8                | 5,7                  | 2,2                  |
| Аксай            | 136,0                                                   | 10,2                                            | 1,7         | 2,33    | 70                         | 31                   | 70                                                           | 31,7                                |                    | 14,6           |                      | 7,6                  | 7,7                | 6,4                  | 3,0                  |
| Правый Кыргаулды | 51,0                                                    | 1,5                                             | 0,6         |         | 73                         | 31                   | 100                                                          |                                     |                    | 19,1           |                      | 7,7                  | 11                 | 1,5                  | 0,7                  |
| Долан            | 25,5                                                    |                                                 |             |         | 83                         | 20                   | 60                                                           |                                     |                    |                | 17,8                 | 7,7                  | 5,4                | 1,5                  | 0,7                  |
| Каскелен         | 290,0                                                   | 22,8                                            | 1,2         | 4,00    | 42                         | 33                   | 60                                                           | 13,3                                | 37,9               | 10,0           | 19,5                 |                      | 5,9                | 6,3                  | 2,8                  |
| Чамалган         | 139,0                                                   | 5,7                                             | 1,8         | 1,30    | 44                         | 25                   | 100                                                          |                                     |                    |                | 23,0                 |                      | 5,3                | 5,2                  | 3,1                  |
| Узун-Каргалы     | 344,0                                                   | 13,9                                            |             | 3,84    | 40                         | 18                   | 50                                                           |                                     |                    | 15,6           | 22,0                 |                      | 4,4                | 3,8                  | 1,8                  |
| Узун-Агач        | 158,0                                                   | 0,5                                             | 0,3         |         | 34                         | 20                   | 25                                                           | 14,7                                | 8,7                | 6,3            | 25,0                 | 0,9                  | 0,9                | 0,8                  | 0,8                  |
| Қаракастек       | 200,0                                                   | 6,6                                             | 1,3         | 1,40    | 20                         | 16                   | 15                                                           | 12,2                                | 14,4               | 7,4            | 6,0                  | 0,9                  | 1,0                | 0,8                  | 0,8                  |
| Қастек           | 206,0                                                   | 4,0                                             | 0,5         | 1,15    | 26                         | 19                   | 00                                                           | 8,2                                 | 13,4               | 12,3           | 9,0                  | 1,7                  | 2,1                | 1,0                  | 1,0                  |

<sup>1</sup> Аномальное увеличение падения на 100% показывает увеличение падения вдвое по сравнению с вышерасположенным участком.

<sup>2</sup> Высоты всех террас, кроме III террасы на подгорной равнине, даны по кровле аллювиального горизонта (галечника). Высоты III террасы на подгорной равнине даны по ее поверхности.

лины террасированы и включают четыре террасовых комплекса, а на подгорную равнину выходят только I и II уровни. Уровень IV непосредственно ниже горного устья не прослеживается. Уровень III рек Большой Алматинки, Малой Алматинки и Каргалинки крутым уступом (25—30 м) обрывается к подгорной равнине, а у р. Аксай на протяжении 0,5 км снижается и погружается под более молодые отложения. Нижний край конусов выноса III уровня всех рек первого участка «вздернут», и его относительная высота вблизи выхода из прилавков значительно увели-

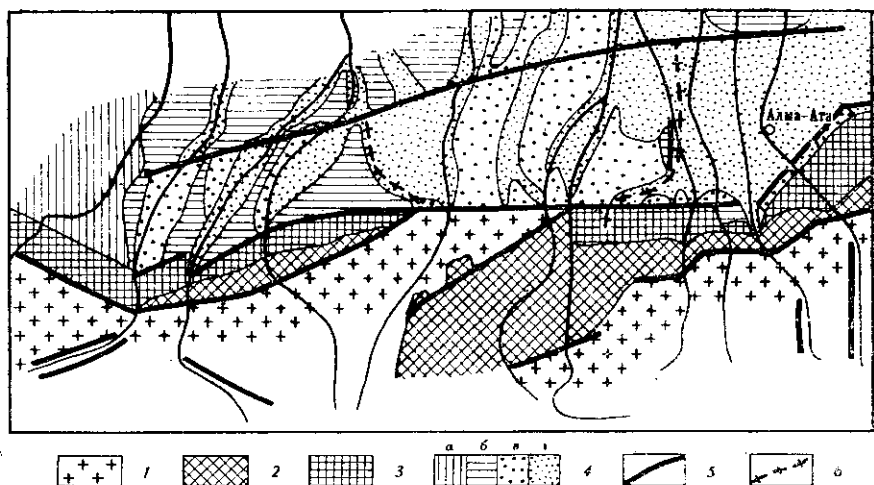


Рис. 1. Геоморфологическая схема западной части зоны сочленения Заилийского Алатау и Илийской впадины

1 — среднегорье и низкогорье, 2 — высокие прилавки, 3 — низкие прилавки, 4 — подгорная равнина; (а) — уровень V ( $Q_1$ ), б — уровень IV ( $Q_2$ ), в — уровень III ( $Q_3$ ), г — уровень II и I ( $Q_4$ ); 5 — разломы, 6 — границы выделенных участков

чивается по сравнению с вышерасположенным участком (рис. 2). У рек Каргалинки и Аксая «вздергивание» прослеживается по увеличению высоты поверхности уровня, а у рек Большая и Малая Алматинка также и кровли аллювия (галечника). Так, на Малой Алматинке его видимая мощность здесь возрастает от 0 до 10 м. Уступ III уровня этих рек, обращенный к подгорной равнине, расчленен оврагами, вскрывающими местами галечниковую толщу. Устья некоторых оврагов, расчленяющих уступ III уровня, «подвешены» на высоте нескольких метров над поверхностью II уровня, к которому они привязаны. Высоты II-х террас Большой и Малой Алматинки на подгорной равнине такие же, как и в пределах низких прилавков. Высоты II-х террас рек Каргалинки и Аксая на подгорной равнине снижаются на 3 м, а рек Правого Кыргаулды и Долана — на 6 м (по кровле галечника). Уменьшение высоты II уровня рек Правого Кыргаулды и Долана связано с тем, что здесь вдоль подножия гор проходит активный прогиб, севернее которого высота II уровня этих рек снова возрастает на 6—8 м (по поверхности террас). Среднее падение рек в пределах прилавков 40—83 м/км. К горному устью падение постепенно уменьшается, а в его пределах резко возрастает (табл. 1). Морфология террас, изменения их высот и перегибы продольных профилей русел рек свидетельствуют о поднятии прилавков над подгорной равниной и об активности разлома, их разделяющего, после формирования III уровня, а на участке от р. Каргалинки до р. Долана и после формирования II уровня.

На Алмаатинском геодинамическом полигоне ведутся наблюдения за вертикальными тектоническими движениями. Повторное высокоточ-

ное нивелирование зафиксировало за 1967—1969 гг. значительные изменения превышений, которые можно рассматривать как свидетельство поднятий предгорной ступени относительно подгорной равнины на +30 +50 мм (Атрушкевич, 1972). После Сарыкамышского землетрясения 1970 г. накопленные в течении трех лет превышения были компенсированы движениями противоположного знака, возможно, скачкообразно, но затем снова началось поднятие прилавков, правда, гораздо медлен-

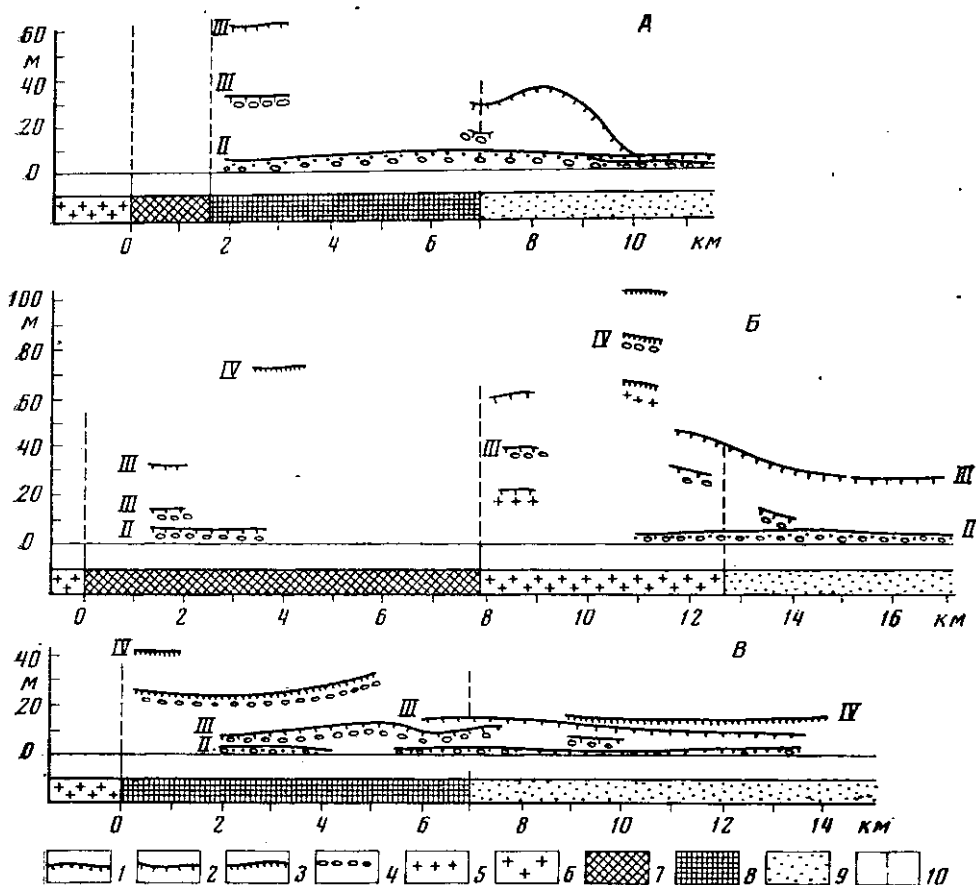


Рис. 2. Продольные профили террас рек (А — Аксай, Б — Каскелена, В — Кастека) 1 — элементы II террасы, 2 — элементы III террасы, 3 — элементы IV террасы, 4 — галечниковые отложения террас (где галечник не указан, высоты даны по поверхности террас), 5 — доколь террас, 6 — среднегорье и низкогорье, 7 — высокие прилавки, 8 — низкие прилавки, 9 — подгорная равнина, 10 — граница типов рельефа

нее, чем раньше, со скоростью до 10 мм/год (по материалам В. М. Сигалова, 1974).

Кроме разломов широтного простирания на первом участке есть ряд меридиональных разломов, выделяемых по геологическим и геоморфологическим признакам, на подгорной равнине и в предгорной зоне. Измерения на Алмаатинском полигоне выявили движения по разлому, идущему вдоль Малой Алматинки (Атрушкевич, 1972).

Второй участок — от долины Каскелена до долины Узун-Каргалы (рис. 1). Здесь в отличие от предыдущего участка к подгорной равнине непосредственно подступает полоса низкогорий, сложенных палеозойскими породами (рис. 1). Речные долины в пределах низкогорья очень узкие, с крутыми бортами. Пологонаклонная подгорная равнина рас-

членена реками, оврагами и балками глубиной 15—30 м. Образована она поверхностью III уровня, который здесь в отличие от первого участка не погружается под более молодые отложения, а простирается далеко от подножий гор. Поверхности II и I уровней вложены в нее, а не наложены, как это наблюдалось в пределах первого участка. Полный комплекс террас можно выделить лишь по долине Каскелена. Уровень IV, как и на первом участке, не переходит через границу гор. Высота уровня III уменьшается на подгорной равнине по сравнению с горами и на расстоянии 3 км разница в высоте по долине Каскелена достигает 30 м (по поверхности террасы); мы можем предположить уменьшение его высоты по кровле галечников порядка 20 м. Высоты II террасы практически не изменяются (рис. 2). Среднее падение рек в пределах прилав-

Таблица 2

Сравнение высот террас рек и их расходов

| № участка | Река         | Средний<br>максимальный<br>расход,<br>м³/сек | Высота <sup>а</sup> III террасы, м |                       | Высота <sup>а</sup> II<br>террасы в<br>горном устье,<br>м |
|-----------|--------------|----------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------|
|           |              |                                              | в высоких<br>прилавках             | в низких<br>прилавках |                                                           |
| 1         | Б. Алматинка | 23,4                                         | —                                  | 17,0                  | 8,5                                                       |
| 1         | Каргалинка   | 2,0                                          | 30,1                               | 16,2                  | 7,8                                                       |
| 1         | Аксай        | 40,2                                         | 31,7                               | —                     | 7,6                                                       |
| 1         | М. Алматинка | 5,1                                          | —                                  | —                     | 8,0                                                       |
| 2         | Чамалган     | 5,7                                          | —                                  | —                     | 5,3                                                       |
| 3         | Каракастек   | 6,6                                          | —                                  | —                     | 1,0                                                       |

<sup>а</sup> Высоты террас даны по кровле аллювиального горизонта (галечника).

ков и низкогогорья меньше, чем на предыдущем участке, несмотря на то что в широко распространенных здесь кристаллических породах рекам труднее выработать пологий продольный профиль русла, чем в рыхлых неоген-четвертичных отложениях первого участка. Увеличение падения рек при пересечении линии подножия меньше, чем у рек первого участка (табл. 1), хотя здесь происходит смена палеозойских эффузивов четвертичными галечниками. Все эти факты убеждают нас в том, что в голоцене на втором участке на границе гор и подгорной равнины дифференцированные тектонические движения были незначительны.

Третий участок — от Узун-Агача до Кастека (рис. 1). К подгорной равнине снова подходят прилавки, сложенные нижнечетвертичными толщами; неогеновые отложения в отличие от первого участка здесь отсутствуют. Долины рек в полосе прилавков широкие, с пологими бортами. Подгорная равнина характеризуется грядово-холмистым рельефом. Уровень IV занимает на ней водораздельные пространства, III вложен в него, а слившиеся II и I уровни вложены в III. Высоты верхних террас при пересечении границы гор и подгорной равнины изменяются незначительно. Уровень IV снижается на 20 м; высота III уровня уменьшается на 2—14 м (по кровле аллювия и по поверхности террас величина снижения высот одного порядка). Высота II террасы не изменяется. Падение рек меньше, чем на втором участке (24—36 м/км); увеличение падения рек в горных устьях почти незаметно. Вероятно, на данном участке у подножия предгорных возвышенностей после формирования IV уровня имели место лишь небольшие дифференцированные тектонические движения.

Таким образом, можно констатировать отсутствие дифференцированных тектонических движений в зоне сочленения Заилийского Алатау и Илийской впадины на втором участке в голоцене, а на третьем — в голоцене и позднем плейстоцене, и, вероятно, их меньшую активность на предыдущих этапах. Это соответствует общему снижению интенсивно-

сти и контрастности тектонических движений Заилийского Алатау в западном направлении. Так, абсолютные высоты осевой части хребта уменьшаются от пика Талгар в западном направлении с 5 до 3 тыс. м. Высоты прилавок уменьшаются в том же направлении от 1900 до 1500—1600 м (вблизи границы со среднегорьем), а высоты подгорной равнины, наоборот, увеличиваются от 800 до 1100 м (вблизи перехода от подгорной равнины к горам). По направлению к западу изменяется и возраст поверхности подгорной равнины от голоценового на первом участке, позднеплейстоценового на втором и до среднеплейстоценового на третьем (рис. 1). Высоты одновозрастных террас в этом направлении убывают (табл. 1). Эти факты нельзя объяснить уменьшением водности рек западной части хребта, поскольку реки в пределах каждого участка имеют террасы близкой высоты, несмотря на большие различия в расходах. Наоборот, реки с близкими расходами могут иметь террасы различной высоты, если они расположены на разных участках (табл. 2). Таким образом, меньшая высота террас в западной части хребта тоже свидетельствует о гораздо меньшей активности тектонических движений на втором и третьем участках.

Различия тектонической активности выделенных участков согласуются с характером их сейсмичности. Самым сильным землетрясением в изучаемом районе было Верненское 28 мая (9 июня) 1887 года, разрушившее город Верный (Алма-Ата) и многочисленные соседние поселки. Оно вызвало громадные оползни и обвалы в горах, следы которых сохранились до сих пор. По И. В. Мушкетову, эпицентр землетрясения находился в горах к югу от Алма-Аты. Мы сопоставили границы плейстоценовой области, выделенной И. В. Мушкетовым, с границами выделенных нами участков. Область максимальных разрушений совпадает с первым участком. К нему же приурочена и большая плотность эпицентров по сравнению с соседними (по Кондорской, 1958—1964, «Землетрясения в СССР», 1965—1970).

В пределах первого участка расположен алмаатинский сейсмичный дизъюнктивный узел, образованный пересечением системы разлома, разделяющего Заилийский Алатау от Илийской впадины с меридиональной поперечной зоной (Герасимов, Ранцман, 1973). Западная граница узла совпадает с западной границей первого участка.

В пределах рассматриваемой территории существует еще один дизъюнктивный узел — Кастекский (на третьем участке), который определен как несейсмичный. По геоморфологическим данным тектоническая активность на этом участке затухает со среднечетвертичного времени.

По строению речных долин, деформациям террас и морфологии подгорной равнины зона сочленения Заилийского Алатау и Илийской впадины делится на три участка, отличающихся по времени проявления и степени контрастности позднеплейстоценовых и голоценовых тектонических движений. Участок зоны (первый) с контрастными голоценовыми движениями характеризуется большими градиентами современных вертикальных тектонических движений и высокой сейсмичностью. В пределах западных участков зоны, где голоценовые движения менее контрастны (на втором) или совсем отсутствуют (на третьем), почти нет землетрясений, даже очень слабых.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Атрушкевич П. А. Современные движения земной коры на Алмаатинском полигоне по данным повторных нивелировок. В сб. «Современные движения земной коры на геодинамических полигонах», Ташкент, «Фан», 1972.
- Герасимов И. П., Ранцман Е. Я. Морфоструктуры горных стран и их сейсмичность. «Геоморфология», № 1, 1973.
- Григоренко П. Г. Основные черты геологического развития Киргизского Тянь-Шаня в четвертичном периоде. В кн. «Материалы по геологии кайнозоя и новейшей тектонике Тянь-Шаня», Фрунзе, «Илим», 1970.

- Землетрясения в СССР в 1962—1967 гг., М., «Наука», выпуски 1965—1970 гг.
- Кондорская Н. В. (ред.). Бюллетень сети сейсмических станций (1957—1961 гг.). М., Изд-во АН СССР, 1958—1964.
- Мушкетов И. В. Верненское землетрясение 28 мая (9 июня) 1887 г. «Тр. геол. комитета», т. 1, 1890.
- Ранцман Е. Я. К методике морфоструктурного анализа Тянь-Шаня. В кн. «Вопросы географии». Сб. 74, М., «Мысль», 1968.
- Ресурсы поверхностных вод СССР, т. 13. Центральный и южный Казахстан, вып. 2. Бассейн озера Балхаш, Л., Гидрометиздат, 1970.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Основные характеристики, т. 13, вып. 2. Центральный и Южный Казахстан. Бассейн озера Балхаш, Л., Гидрометиздат, 1967.
- Сигалов В. М. Исследования современных движений земной коры и их возможных связей с сейсмичностью на территории Северного Тянь-Шаня. Автореф. канд. дис., М., 1974.
- Суворов А. И. Закономерности строения и формирования глубинных разломов, М., «Наука», 1968.

Институт географии  
АН СССР

Поступила в редакцию  
17.IV.1973

## LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE TECTONIC MOVEMENTS AT THE CONTACT ZONE OF THE ZAILYSKY ALA TAU AND ILY BASIN

M. P. ZHIDKOV, S. N. MALINOVSKAYA

### Summary

The contact zone of Zailysky Ala Tau and Ily Basin to the West of the Almaatinka valley can be divided into three parts according to complex of geomorphological indicators. Within the first (eastern) part Holocene and recent vertical tectonic movements has been marked; to the West, at the second part, differentiated tectonic movements stopped after Late Pleistocene, at the most western part — after Middle Pleistocene. Fluvial terraces altitudes are less at the western part of the ridge in comparison with the same terraces at the central part. The lowering of terraces to the West is connected with tectonic movements of the region and does not depend on river discharge decrease at the direction.