

УДК 551.43

DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-375-385

**МОРФОГЕНЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО РЕЛЬЕФА  
В ЗОНЕ СОЧЛЕНЕНИЯ ЧУЙСКОЙ И КУРАЙСКОЙ ВНУТРИГОРНЫХ ВПАДИН  
(ГОРНЫЙ АЛТАЙ)**

**MORPHOGENETIC MODEL OF DEVELOPMENT OF MODERN RELIEF  
IN THE JOINING AREA OF THE CHUYA AND KURAI INTERMOUNTAIN  
DEPRESSIONS (MOUNTAIN ALTAI)**

**П.С. Лапин  
P.S. Lapin**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки  
Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука Сибирского отделения  
Российской академии наук,  
Россия, 630090, г. Новосибирск, проспект Академика Коптюга, 3

Trofimuk Institute of Petroleum-Gas Geology and Geophysics  
of the Siberian Branch of the RAS,  
3 Ac. Koptuyga Ave., Novosibirsk, 630090, Russia

Email: LapinPS@ipgg.sbras.ru

**Аннотация**

В работе представлены результаты исследования морфогенетических особенностей развития современного рельефа в зоне сочленения Чуйской и Курайской внутригорных впадин (Горный Алтай). Исследования проведены в рамках развиваемого в геоморфологии направления – генетической морфологии и морфометрии. Моделирование осуществлено с привлечением системно-формационного анализа, что позволило создать модель развития рельефа земной поверхности в зоне сочленения Чуйской и Курайской межгорных впадин. Разработанная методика основана на совместном анализе морфологической триады (водораздел – склон – днище оврага) и значениях общего показателя эрозионно-денудационного расчленения рельефа, который отражает взаимодействие эндогенных и экзогенных процессов. Морфогенетические особенности в развитии рельефа отдельных районов выделены на основе преобладания двух групп процессов: склоновых или флювиальных. На основе синтеза районов различной генетической направленности предложена полигенетическая модель развития оврагов. Результаты моделирования позволили выявить область интенсивного развития современных рельефообразующих процессов, которая соответствует области геоморфологического риска.

**Abstract**

The paper presents the results of a study of the morphogenetic features of the development of modern relief in the junction zone of the Chuya and Kurai intramontane depressions (Altai Mountains). The studies were carried out in the framework of the direction developed in geomorphology – genetic morphology and morphometry. Modeling was carried out with the use of system-formation analysis, which allowed us to create a model for the development of the relief of the earth's surface in the junction zone of the Chuy and Kurai intermontane depressions. The developed methodology is based on a joint analysis of the morphological triad (watershed-slope-bottom of the ravine) and the values of the total indicator of erosion-denudation dissection of the relief, which reflects the interaction of endogenous and exogenous processes. Morphogenetic features in the development of the relief of certain regions are identified on the basis of the predominance of two groups of processes: slope or fluvial. This approach made it possible to establish the history of the development of the modern relief of the earth's surface both at the regional and local levels. As a result of regionalization according to the intensity of manifestations of the processes of bottom erosion, noted within the ravines on the watershed of the Chagan-Uzun and



Chuya Rivers, three areas were identified. The boundaries of these areas are consistent with the previously identified boundaries that were laid down at an earlier stage in the development of the relief. According to the results of morphogenetic zoning carried out at the local level, morphogenetic features of the development of the modern relief are established for both each separately identified area and between the areas. Based on the synthesis of regions of various genetic orientations, a polygenetic model of ravine development is proposed. The simulation results allowed us to identify the area of intensive development of modern relief-forming processes, which corresponds to the area of geomorphological risk.

**Ключевые слова:** Горный Алтай, общий показатель денудации и эрозии рельефа, морфотип, морфогенетический ряд, современный морфогенез, модель.

**Keywords:** Mountain Altai, general indicator of denudation and erosion of the relief, morphotype, morphogenetic series, modern morphogenesis, model.

## Введение

Особый интерес при изучении истории развития рельефа Горного Алтая представляет область сочленения Чуйской и Курайской внутригорных впадин, поскольку последние приурочены к области высокой сейсмичности [Новиков, 2004]. Эта область характеризуется резким возрастанием интенсивности рельефообразующих процессов, которые приводят к катастрофическим изменениям в рельефе (оползни, сели).

Актуальность работы определяется необходимостью выделения районов интенсивного проявления современных рельефообразующих процессов и связанных с ними областей геоморфологического риска. Для решения поставленной задачи используются различные методы, основанные как на историко-генетическом подходе – метод оценки кайнозойских движений [Новиков, 2004] или четвертичных отложений [Деев, 2016], так и на непосредственном картографировании в рельефе земной поверхности следов проявления современных процессов и в дальнейшем – выявление среди них ведущего [Ивановский, 1989]. Эти подходы привносят субъективизм в исследования, и для его исключения требуется построение моделей морфогенетического развития рельефа земной поверхности.

Анализ взаимодействия процессов морфогенеза – одна из наиболее интересных и ещё недостаточно изученных областей геоморфологии, что заставляет исследователей периодически к ней обращаться [Тимофеев, 1972; Ласточкин, 1991; Тимофеев, 2004]. Теоретические работы [Поздняков, 1988; Уфимцев, 1994] и ряд других исследований позволили по-иному отнестись к применению в геоморфологии морфологических и морфометрических методов. Симонов Ю.Г. и Спиридонов А.И. [1998] отмечали, что «... не следует отказываться и от тех исследований, которые опираются на геометризацию рельефа. В геометрии форм рельефа любого ранга хранится огромный объём генетической информации. И можно только приветствовать развитие генетической морфологии и морфометрии».

В работе моделирование осуществлено в рамках системно-формационного подхода, интерес к его применению в геоморфологии в последнее время возрос [Лихачева, Тимофеев, 2008]. Системно-формационный подход как один из геоморфологических методов исследования сформировался к середине 80-х годов прошлого столетия (работы О.В. Кашменской и З.М. Хворостовой [1986] и др.), но, в силу разных обстоятельств, не получил широкого распространения. В наших исследованиях данный подход реализован для выделения ведущего современного рельефообразующего процесса [Лапин, 2015], который позволяет выявлять районы и области с преобладанием как флювиальных, так и склоновых процессов. Его моделирование имеет давнюю историю, и она связана с определением общего показателя эрозионно-денудационного расчленения [Волков, 1950; Николаевская, 1966; Берлянт, 1984; Якименко, 1990; Симонов, 1998]. Отличия наших разработок [Лапин, 2015] от исследований Э.Л. Якименко [1990] и Ю.Г. Симонова [1998], уже реализованных на ряде геологических объектов, состоят в выборе необходимого и достаточного числа признаков, участвующих в анализе. Полученные результаты дают возможность не просто оценивать преобразование

форм рельефа, но и подойти к выяснению причин, вызывающих эти изменения. Цель исследования – осуществить морфогенетическое районирование рельефа земной поверхности водораздела рек Чаган-Узун – Чуя и на его основании на региональном уровне выявить полигенетический ряд и область геоморфологического риска.

### Объект и методы исследования

Рельеф земной поверхности может быть представлен его цифровой моделью. В лицензионном пакете Surfer версии 10 построена ЦМР с использованием информации, полученной по результатам выполненной радарной съемки SRMT-3 с сайта <http://www.gisa.ru>. Вычисления, необходимые для выделения морфогенетических рядов, проведены по ранее разработанной методике [Лапин, Красавчиков, 1990].

Ниже приведены основные термины, которые нами используются при проведении морфогенетических исследований. Для изучения особенностей в развитии рельефа земной поверхности выделяются морфогенетические ряды, которые характеризуют отдельные районы и области. В их пределах в неразрывном единстве рассматриваются процессы рельефо- и осадкообразования, где последние еще не перешли в отложения. Так, морфогенетический ряд – закономерная последовательность морфотипов, которая характеризует изменение элементов основной морфологической триады и значения показателя общего эрозионно-денудационного расчленения под действием ведущего процесса. Таким образом, для выделения районов и областей применяется балансовый метод изучения массо- и энергообмена, который позволяет выявлять единственный для них ряд. Один морфогенетический ряд соответствует одному району. Морфотип – комплексная характеристика локального представительного участка исследуемой территории, которая характеризуется определенным соотношением элементов основной морфологической триады и показателем общего эрозионно-денудационного расчленения рельефа и отражает в его пределах соотношение эндогенных и экзогенных сил.

Правила выделения морфогенетических рядов на уровне как района, так и области едины. На уровне района ряд характеризует изменение ведущего процесса по латерали, по земной поверхности. На уровне области происходят изменения по вертикали, изменяются соотношения выбранных элементов в пределах морфотипа, которые обусловлены общими тенденциями в развитии рельефа земной поверхности. Выделение рядов и на их основании – районов позволяет осуществлять морфогенетическое районирование.

В настоящей работе на региональном уровне выделен полигенетический ряд, который, являясь интегральной характеристикой для выявленных морфогенетических рядов на уровне районов, задает различные стадии развития рельефа земной поверхности. Полигенетический ряд описывает развитие отрицательных форм рельефа – овражно-балочной сети, долин рек и др. Из натуральных наблюдений известно, что стремительное развитие оврага происходит за счет интенсивного развития его вершины. Если вершинная часть оврага перестает быстро развиваться, то овраг постепенно перерождается в балку. На основе выделения морфогенетических рядов и соответствующих им районов, которые описывают развитие вершинной части оврага, выделяются области геоморфологического риска. С этой целью оценка генетического разнообразия территории осуществлена по трем критериям. Первый критерий оценивания, который уже использовался нами ранее [Лапин, Красавчиков, 1990], опирался на количество морфотипов в цепи морфогенетического ряда: чем большее их число присутствует в ряду, тем разнообразнее история развития района или области. Вторым критерием позволяет оценивать генетическое разнообразие области по числу расположенных в её пределах районов с различной историей развития рельефа. Так, если область описывается районами с единым для них морфогенетическим рядом, то можно предположить, что в её пределах развитие рельефа происходит менее разнообразно, чем для области, в пределах которой выделяются районы различного генезиса. Третий критерий оценивания заключается в выяснении соотношения площадей генетически единых районов в пределах области: чем большая площадь

в пределах области занята одним или несколькими районами одного генезиса, тем менее разнообразно и устойчиво в его пределах развитие рельефа. Эти критерии и послужили основой для выделения области геоморфологического риска.

### Результаты и их обсуждение

Основная задача, решаемая в настоящей работе, состояла в выявлении областей геоморфологического риска как областей наибольшей интенсивности проявления современных рельефообразующих процессов.

На первом этапе осуществлено районирование водораздельного пространства рек Чаган-Узун – Чуя по интенсивности проявления донной эрозии, отмечающейся в пределах оврагов. В пределах объекта исследования широко развита овражно-балочная сеть, которая в нашем случае явилась основой для районирования и выделения областей. Основной движущей силой возникновения и развития оврагов является водная эрозия. Овраг растет вершиной вверх по склону (попятная эрозия) и порой достигает линии водораздела. В процессе роста происходит его углубление и расширение за счет размыва склонов. Развитие оврага затухает тогда, когда его вершина достигает водораздельной линии, а устье – местного базиса эрозии, и он со временем превращается в балку. По результатам проведенного анализа выделено три области (рис. 1).

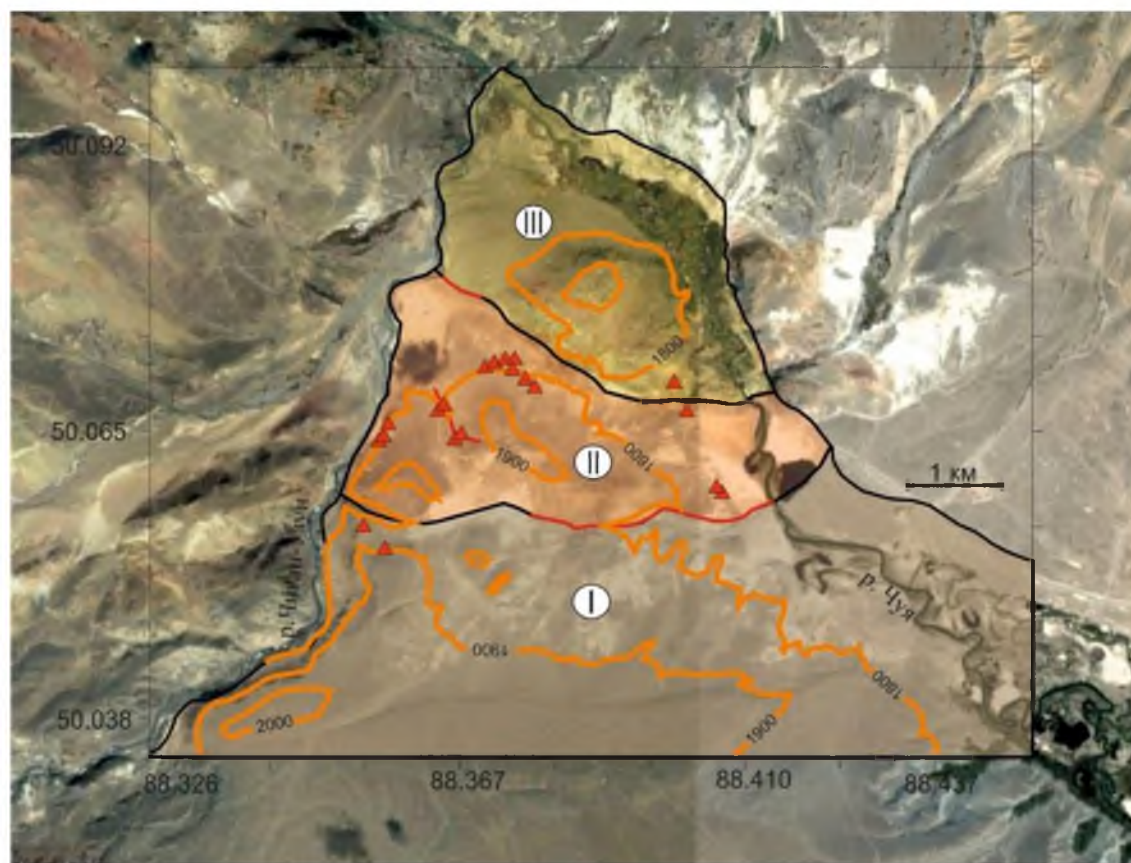


Рис. 1. Интенсивность оврагообразования как критерий районирования территории в зоне сочленения Чуйской и Курайской межгорных впадин:

1 – изолинии рельефа земной поверхности, 2 – границы областей, 3 – эрозионная борозда на дне оврага, 4 – выявленные оползни, 5 – номера областей

Fig. 1. Intensity of ravine formation as a criterion for the regionalization of the territory in the junction area of the Chuya and Kurai intermountain depressions:

1 – isolines of the relief of the earth's surface, 2 – boundaries of the areas, 3 – erosion furrow at the bottom of the ravine, 4 – identified landslides, 5 – numbers of areas



Часть выделенных границ совпадает с местными базисами эрозии – урезами вод рек Чаган-Узун и Чуя. Граница между областями II и III проведена по дну двух балок, по которым проложена автомобильная дорога через водораздел. Вершины двух балок фактически сомкнулись в приводораздельном пространстве рек, что свидетельствует о незначительной интенсивности современных рельефообразующих процессов. Граница между областями I и II проведена по оврагу. Овраг интенсивно развивается, о чем свидетельствует эрозионная борозда, фиксирующаяся почти по всей его длине. Таким образом, выделено три области, которые соответствуют результатам геологической съёмки изучаемой территории (рис. 2).

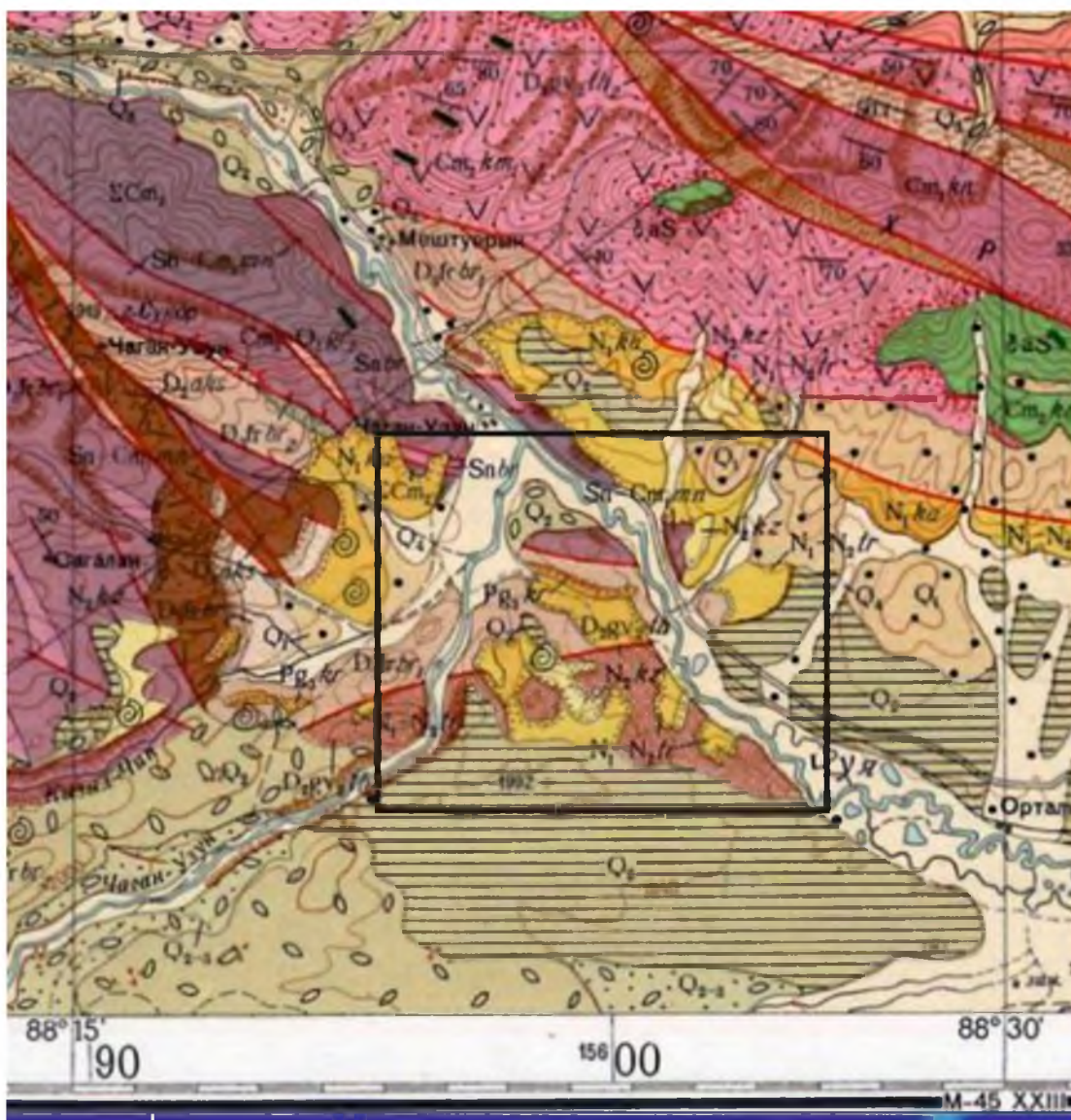


Рис. 2. Фрагмент геологической карты (М-45-ХI):

1 – границы объекта исследования – зоны сочленения Чуйской и Курайской межгорных впадин  
 Fig. 2. Detail of the geological map (M-45-XI): 1 – the boundaries of the research object – the area of junction of the Chuya and Kurai intermountain depressions

На следующем этапе для выявления особенностей в развитии изучаемого водораздела нами выполнена оценка достоверности полученных результатов. Верификация данных осуществлена на основе известного факта – унаследованного развития современного рельефа от древнего [Окишев, Петкевич, 1988]. Полученные данные хорошо согласуются



с результатами геологического картирования (см. рис. 2). На геологической карте трехчленное деление связано с двумя выделенными разломами и, вероятно, тремя блоками разной тектонической активизации. Следовательно, три области соответствуют трем блокам, что свидетельствует об унаследованном развитии современных процессов от более древних процессов.

Детальные исследования развития рельефа земной поверхности водораздела уже в пределах выделенных областей проведены на основе морфогенетического моделирования. По ранее разработанной методике выделены морфотипы и морфогенетические ряды. Напомним, что ряд состоит из последовательности морфотипов, изменения которых происходят под действием ведущего современного рельефообразующего процесса. Это основное условие, которое позволяет отличить морфогенетический ряд от морфологического. Морфотип (например, 122) представлен тремя кодами, которые характеризуют изменения значений показателей: первая цифра – показатель густоты, вторая цифра – глубины эрозионно-денудационного расчленения, а третья – максимального угла наклона склона. В свою очередь, диапазон значений каждого показателя делится на три части (градации): значения меньше типичных, типичные и значения больше типичных. Первые кодируются нулем, вторые – единицей, третьи – двойкой. Таким образом, каждый морфотип характеризуется одной из 27 возможных комбинаций кодов 0, 1, 2. Например, если морфотип характеризуется комбинацией 122, то у него значения густоты эрозионно-денудационного расчленения типичны (первый код), а значения глубины (второй код) эрозионно-денудационного расчленения и значения угла наклона склона (третий код) больше фонового (см. таблицу).

Таблица  
Table

Группы районов по единству их морфогенетического развития  
Groups of region on unity of their morphogenetic development

Группа районов	Номера районов	Ведущий морфогенетический ряд	Морфогенетические особенности развития рельефа
А	20, 24–27	022–122–112	Флювиальные процессы, приводящие к параллельному отступанию склона и накоплению обломочного материала в пределах района
Б	1–9, 11, 12	122–112–111	Склоновые процессы, характеризующие преобладание глубинной эрозии
В	15, 23	111–110–100	Склоновые процессы, приводящие к накоплению влекомого материала внутри района
Г	14, 16, 18, 19, 21, 22	211–111	Флювиальные процессы, приводящие к параллельному отступанию склона
Д	10, 13, 17, 28, 29	200–201–211	Склоновые процессы, характеризующие преобладание регрессивной (попятной) эрозии

В морфогенетическом ряду происходит закономерная смена морфотипов, которая осуществляется под действием одного из ведущих процессов: преобладание склоновых или флювиальных процессов. Например, если район характеризуется морфогенетическим рядом 122–112–111, то в его пределах при типичных значениях показателя густоты эрозионно-денудационного происходит закономерное изменение значений показателей величины вреза гидросети относительно водораздела и угла наклона склона, что свидетельствует о преобладании склоновых процессов в пределах контролируемого данным морфогенетическим рядом районе. По результатам проведенного исследования для изучаемой территории выявлено 5 ведущих процессов (см. таблицу) и осуществлено её морфогенетическое районирование (рис. 3).



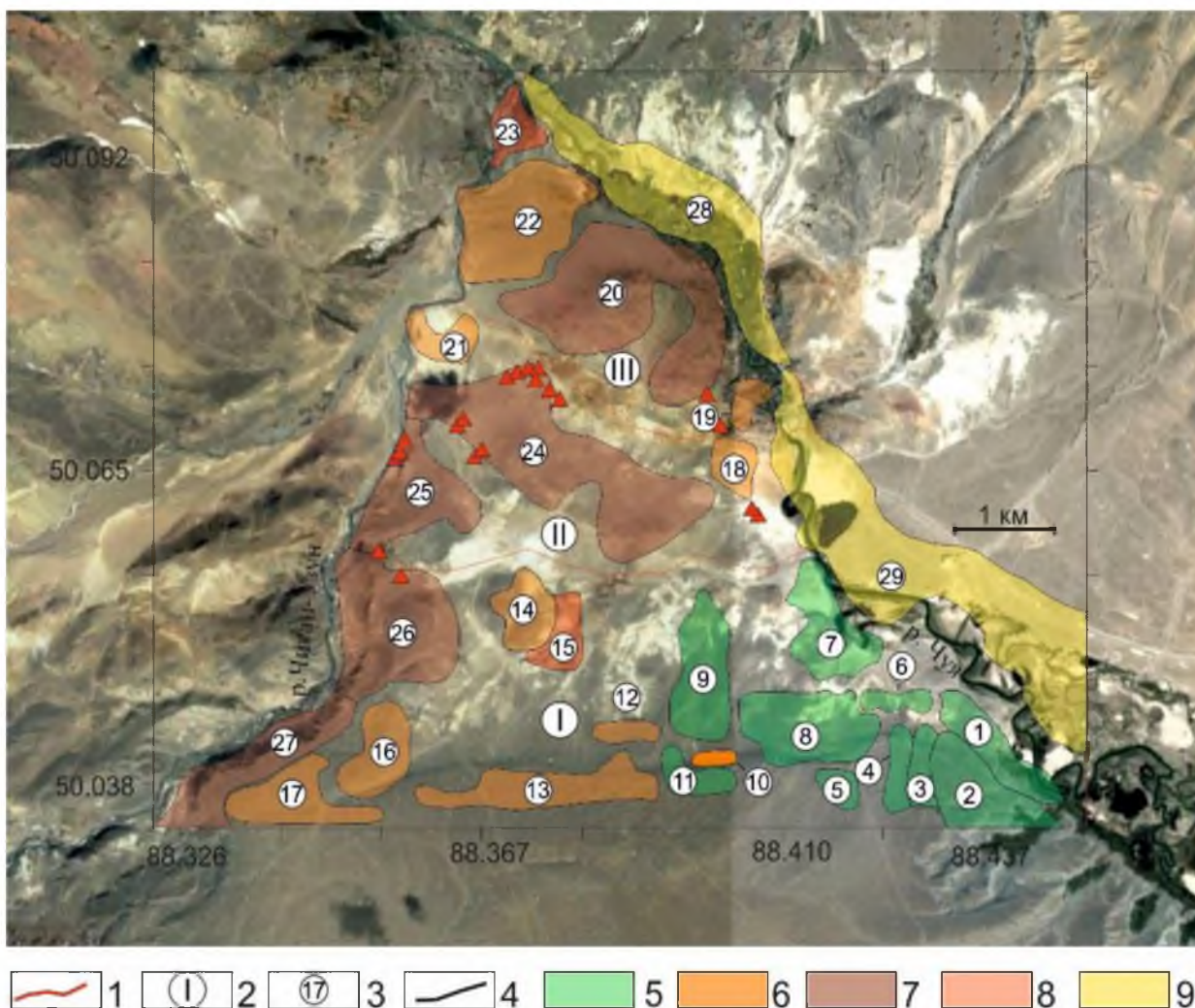


Рис. 3. Схема морфогенетического районирования водораздела рек Чаган-Узун и Чуя: 1 – границы областей, 2 – номера областей, 3 – номера районов, 4 – границы районов; 5 – районы с преобладанием: склоновых процессов и линейной эрозии, 6 – районы с преобладанием склоновых процессов и попятной эрозии, 7 – районы с преобладанием флювиальных процессов и параллельного отступания склонов, 8 – районы с преобладанием склоновых процессов и типичными значениями горизонтальной расчлененности рельефа, 9 – районы с преобладанием склоновых процессов и уменьшения углов наклона склонов

Fig. 3. Scheme of morphogenetic division (zoning) into districts of a watershed of the Chagan-Uzun and Chuya Rivers: 1 – borders of areas, 2 – numbers of areas, 3 – numbers of regions, 4 – borders of regions. 5 – areas with prevalence of slope processes and a linear erosion, 6 – areas with prevalence of slope processes and a up erosion, 7 – areas with prevalence of fluvial processes and parallel retreat of slopes, 8 – areas with prevalence of slope processes with typical values of a horizontal dissection of a relief, 9 – areas with prevalence of slope processes and decrease of the inclination angles of the slopes

Теоретически для любой территории для выбранных нами трех показателей, каждый из которых, в свою очередь, разделен на три группы, по типичности можно выделить 27 морфотипов (рис. 4а). Однако в пределах объекта исследования выявлено всего 9 морфотипов, что свидетельствует о незначительном генетическом разнообразии в развитии рельефа земной поверхности. Выделенные морфотипы описывают 29 районов, которые нами объединены в 5 различных по генезису групп (см. рис. 1, рис. 4б). Анализ этих групп позволил оценить региональную составляющую в развитии рельефа земной поверхности изучаемой территории.

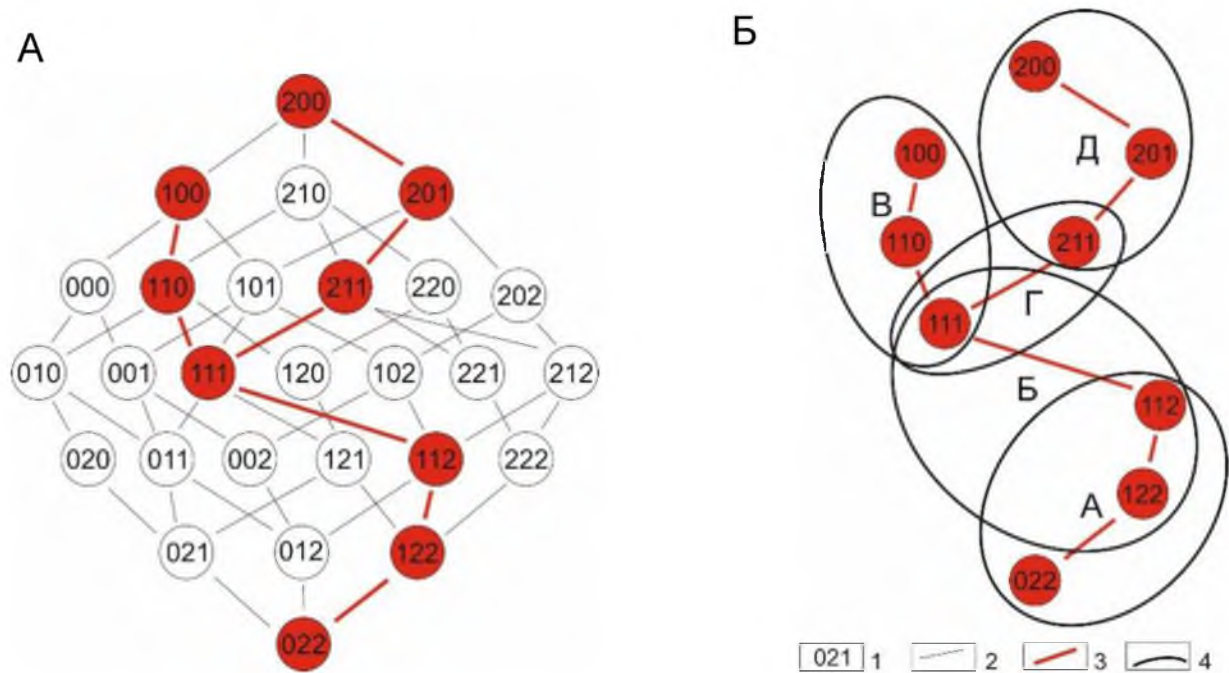


Рис. 4. Полигенетическая модель развития рельефа земной поверхности (А) и её детализация (Б): 1 – код морфотипа, 2 – теоретически возможные связи между морфотипами, 3 – реально существующие связи в модели, 4 – контуры групп районов А, Б, В, Г и Д (см. таблицу)  
 Fig. 4. Polygenetic model of the earth's surface relief development (A) and its detail (B): 1 – morphotype code, 2 – theoretically possible connections between morphotypes, 3 – actually existing connections in the model, 4 – contour of groups of region A, B, C, D and E (see table)

Установлены общие тенденции в развитии рельефа земной поверхности водораздела, которые на региональном уровне предопределялись внешними воздействиями. На региональном уровне выделено два морфогенетических ряда: 022–122–112–111–110–100 и 022–122–112–111–211–201–200 (см. рис. 4). Первый морфогенетический ряд состоит из трех групп: 022–122–112, 122–112–111 и 111–110–100. Следует отметить, что морфогенетический ряд 111–110–100 характеризует два района, которые соответствуют отвершкам основного оврага. Второй морфогенетический ряд состоит из четырех групп: 022–122–112, 122–112–111, 111–211 и 211–201–200. Первые две совпадают с ранее выявленным региональным рядом (022–122–112 и 122–112–111), а две других группы характеризуют уменьшение угла наклона склонов.

Региональный морфогенетический ряд 022–122–112–111–211–201–200 является полигенетическим рядом и полностью описывает развитие оврагов в пределах исследуемой территории. Действительно, выделено несколько стадий развития: 1) при переходе 022–122 происходит параллельное отступление склона (попятная эрозия) и расширение дна оврага; 2) при переходах 122–112–111 преобладают склоновые процессы, приводящие к уменьшению угла наклона склонов и накоплению обломочного материала на дне оврага; 3) при переходе 111–211 происходит очередной этап расширения дна оврага или образование его отвершек; 4) на заключительной стадии – 211–201–200 – происходит формирование как конуса выноса обломочного материала, так и устья оврага. Выделенный морфогенетический ряд характеризует модель развития рельефа земной поверхности в целом для всей исследуемой территории.

На основе многоступенчатого анализа построенной модели развития оврага и разработанных критериев оценки генетического разнообразия территорий была выявлена область геоморфологического риска.

На первом этапе по единственному генетическому признаку в соответствии с моделью развития оврага удалось установить пространственные закономерности размещения райо-





нов. В рамках построенной модели морфогенетический ряд 022–122–112 характеризует развитие верховьев оврага под действием интенсивно проявляющейся регрессивной (пятной) эрозии. Эти районы объединяются в генетически однородную зону (см. рис. 3), вытянувшуюся в северо-восточном направлении, которая пересекает все ранее выделенные нами области. Одной из основных задач было выделение областей по степени проявления рельефообразующих процессов, а не по генетическому признаку.

На втором этапе в пределах выделенных областей осуществлена оценка пространственного расположения районов и их морфогенетических особенностей развития рельефа. В области I выделено 5, а в области III – 4 различных по генезису групп районов (см. рис. 3). Это морфогенетическое разнообразие внутри области свидетельствует о разной реакции современных рельефообразующих процессов на влияние внешних факторов.

На завершающем этапе на основе соотношения площадей области и генетически однородных районов выделена область, которая характеризуется минимальным морфологическим разнообразием. Это область II. В пределах этой области, как наиболее однородной в генетическом отношении, любые внешние воздействия (сейсмичность, неравномерность неотектонических движений) реализуются с большей интенсивностью рельефообразующих процессов. Именно эту область можно считать областью геоморфологического риска.

### Выводы

В зоне сочленения Чуйской и Курайской межгорных впадин на основе проведенного морфогенетического анализа была установлена история развития современного рельефа земной поверхности, как на региональном, так и локальном уровнях и определена область геоморфологического риска.

В результате районирования по интенсивности проявления процессов донной эрозии, отмеченной в пределах оврагов на водоразделе рек Чаган-Узун – Чуя, выявлено три области, границы которых согласуются с особенностями предшествовавшего современному тектонического этапа развития рельефа.

По результатам морфогенетического районирования, проведенного на локальном уровне, установлены морфогенетические особенности развития современного рельефа как для каждой отдельно выделенной области, так и между областями. При моделировании на уровне областей исходили из предположения: чем меньше в границах каждой из них выделено районов разного генезиса, тем в большей степени она соответствует области геоморфологического риска. Установлено, что наименьшее разнообразие морфогенетического развития рельефа земной поверхности отмечено в области II. Область характеризуется одним районом.

При моделировании на уровне районов наибольшее их соответствие областям геоморфологического риска связано с морфогенетическими рядами, в пределах которых присутствуют морфотипы с максимальными значениями кодов. В наших исследованиях их выделено три из пяти. Только один из них соответствует области II.

Таким образом, по результатам исследования можно выделить область геоморфологического риска, которая по результатам моделирования соответствует области II и морфогенетическому ряду, который характеризует преобладание флювиальных процессов, приводящих к параллельному отступанию склона и накоплению обломочного материала в пределах района.

### Список литературы

1. Берлянт А.М. 1984. Морфометрические исследования рельефа в СССР: состояние, проблемы, перспективы. Геоморфология, 2: 15–24.
2. Волков Н.М. 1950. Принципы и методы картометрии. М., Изд-во АН СССР, 328 с.



3. Деев Е.В. 2016. Первичные палеосейсмодислокации сильных позднеголоценовых землетрясений в зоне сочленения Чуйской внутригорной впадины и Курайского хребта (Горный Алтай). Материалы докладов научной конференции. Москва, Изд-во ИФЗ: 403–409.
4. Ивановский Л.Н. 1989. Структура экзогенных процессов долин Северного Алтая. Материалы научной конференции. Иркутск, Изд-во ИЗК: 30–31.
5. Кашменская О.В., Хворостова З.М. 1986. Место системного подхода в геоморфологической теории. Геоморфология, 2: 30–38.
6. Лапин П.С. 2015. Выявление литодинамических потоков как один из критериев нефтегазоносности зоны контакта доюрского фундамента и осадочного чехла в Широком Приобье. Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 21 (1): 29–39.
7. Лапин П.С., Красавчиков В.О. 1990. Морфометрические показатели при анализе направленности эрозионного расчленения рельефа. Геология и геофизика, 10: 105–114.
8. Ласточкин А.Н. 1991. Рельеф земной поверхности (принципы и методы статической геоморфологии). Л., Недра, 340 с.
9. Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. 2008. Анализ геоморфологических систем: основные понятия. Геоморфология, 4: 14–21.
10. Николаевская Е.М. 1966. Морфометрические карты рельефа. М., Изд-во МГУ, 28 с.
11. Новиков И.С. 2004. Морфотектоника Алтая. Новосибирск, Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 313 с.
12. Окишев П.А., Петкевич М.В. 1988. Горный Алтай. В кн.: Рельеф Алтае-Саянской горной области. Новосибирск, Наука: 6–40.
13. Поздняков А.В. 1988. Динамическое равновесие в рельефообразовании. М., Наука, 207 с.
14. Симонов Ю.Г. 1998. Морфометрический анализ рельефа. Смоленск, Изд-во СГУ, 272 с.
15. Симонов Ю.Г., Спиридонов А.И. 1998. Структура и содержание понятия о генезисе рельефа. В кн.: Генезис рельефа. Новосибирск, Наука: 14–23.
16. Тимофеев Д.А. 1972. О некоторых геоморфологических законах. Геоморфология, 2: 3–12.
17. Тимофеев Д.А. 2004. Принципы типизации геоморфологических процессов. Геоморфология, 4: 16–20.
18. Уфимцев Г.Ф. 1994. Очерки теоретической геоморфологии. Новосибирск, Наука, 123 с.
19. Якименко Э.Л. 1990. Морфометрия рельефа и геология. Новосибирск, Наука, 201 с.

### References

1. Berlyant A.M. 1984. Morfometricheskie issledovaniya rel'efa v SSSR: sostoyanie, problemy, perspektivy [Morphometric studies of the relief in the USSR: state, problems, prospects]. Geomorfologiya, 2: 15–24.
2. Volkov N.M. 1950. Principy i metody kartometrii [Principles and methods of cartometry]. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 328 p.
3. Deev E.V. 2016. Primary paleoseismic dislocations of strong Late Holocene earthquakes in the junction zone of the Chuy mountain basin and the Kurai ridge (Gorny Altai). Materials of reports of a scientific conference. Moscow, IFZ Publishing House: 403–409 (in Russian).
4. Ivanovskij L.N. 1989. Struktura ehkzogenykh processov dolin Severnogo Altaya [The structure of exogenous processes in the valleys of the Northern Altai]. Materials of the scientific conference. Irkutsk, IZR Publishing House: 30–31.
5. Kashmenskaya O.V., Hvorostova Z.M. 1986. Mesto sistemnogo podkhoda v geomorfologicheskoy teorii [The place of the systems approach in geomorphological theory]. Geomorfologiya, 2: 30–38.
6. Lapin P.S. 2015. Revealing of lithodynamic flows as one of petroleum potential criteria of the Pre-Jurassic basement and sedimentary cover contact zone in the Shirotnoye Priobye. Geology and mineral resources of Siberia, 21 (1): 29–39 (in Russian).
7. Lapin P.S., Krasavchikov V.O. 1990. Morfometricheskie pokazateli pri analize napravlenosti ehroзионного расчленения rel'efa [Morphometric indicators in the analysis of the direction of erosive dissection of the relief]. Geologiya i Geofizika, 10: 105–114.
8. Lastochkin A.N. 1991. Rel'yef zemnoy poverkhnosti (printsipy i metody staticheskoy geomorfologii) [Terrain relief (principles and methods of static geomorphology)]. Leningrad, Nedra, 340 p.
9. Likhacheva E.A., Timofeev D.A. 2008. Analysis of geomorphological systems: basic concepts. Geomorphology, 4: 14–21 (in Russian).

10. Nikolayevskaya Ye.M. 1966. Morfometricheskiye karty rel'yefa [Morphometric relief maps]. Moscow, Izd-vo MGU, 28 p.
11. Novikov I.S. 2004. Morphotectonics of Altai. Novosibirsk, Publishing House of the SB RAS, Geo branch, 313 p. (in Russian).
12. Okishev P.A., Petkevich M.V. 1988. Mountain Altai. In: Rel'ef Altae-Sayanskoj gornoj oblasti [Relief of the Altai-Sayan mountain region]. Novosibirsk, Nauka: 6–40.
13. Pozdnyakov A.V. 1988. Dinamicheskoye ravnovesiye v relefoobrazovanii [Dynamic equilibrium in the formation of relief]. Moscow, Nauka, 207 p.
14. Simonov Yu.G. 1998. Morfometricheskij analiz rel'efa [Morphometric analysis of the relief]. Smolensk, Izd-vo SGU, 272 p.
15. Simonov Yu.G., Spiridonov A.I. 1998. The structure and content of the concept of the relief genesis In: Relief genesis. Novosibirsk, Nauka: 14–23 (in Russian).
16. Timofeyev D.A. 1972. O nekotorykh geomorfologicheskikh zakonakh [About some geomorphological laws]. Geomorfologiya, 2: 3–12.
17. Timofeev D.A. 2004. Principles of typification of geomorphological processes. Geomorphology, 4: 16–20 (in Russian).
18. Ufimtsev G.F. 1994. Ocherki teoreticheskoy geomorfologii [Essays on Theoretical Geomorphology]. Novosibirsk, Nauka, 123 p.
19. Yakimenko E.L. 1990. Morfometriya rel'efa i geologiya [Terrain morphometry and geology]. Novosibirsk, Nauka, 201 p.

#### Ссылка для цитирования статьи

#### Link for article citation

Лалин П.С. 2019. Морфогенетическая модель развития современного рельефа в зоне сочленения Чуйской и Курайской внутригорных впадин (Горный Алтай). Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 43(4): 375–385. DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-375-385

Lapin P.S. 2019. Morphogenetic model of development of modern relief in the joining area of the Chuya and Kurai intermountain depressions (Mountain Altai). Belgorod State University Scientific Bulletin. Natural Sciences Series. 43(4): 375–385 (in Russian). DOI 10.18413/2075-4671-2019-43-4-375-385