

Е.С. Сарыбаев , Р.Т. Бексеева , Г.К. Байдаулетова ,
Р.О. Турапова , М.М. Әлімбай* 

Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Алматы, Казахстан

*e-mail: mederkul95@mail.ru

МЕТОДЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ЭКОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ДЕНУДАЦИОННЫХ РАВНИН АРИДНОЙ ЗОНЫ (ЦЕНТРАЛЬНЫЙ КАЗАХСТАН)

В статье рассматривается проблема, связанная с недостаточным вниманием, которое уделяется вопросу эколого-геоморфологического районирования платформенных равнин засушливых зон при хозяйственном использовании их потенциала. Возможности и масштабы использования территориальных таксонов такого районирования зависят от принципов, заложенных в основу их выделения, и являются одной из важных прикладных задач эффективного землепользования. Особенно велико значение этих задач для аридных и семиаридных территорий платформенно-денудационных равнин Казахстана. Ошибки в землепользовании могут привести к необратимой деградации природных систем в условиях дефицита увлажнения, являющего «подушкой» безопасности территориальных систем районирования. Существующие методы дифференциации геоморфологических систем и оценки их экологического состояния не в полной мере отвечают требованиям не только рационального землепользования, но и, в целом, эффективного природопользования. Авторы полагают, что одним из методов адекватной дифференциации эколого-геоморфологических систем является полосное профилирование, позволяющее выявлять геоморфологическое состояние пространства в полосе от 10 км до 20 км от основной линии профиля в заданном, в данном исследовании, масштабе. Полосное профилирование необходимо использовать вкупе с методами, которые отмечены в данной работе.

Ключевые слова: рельеф и рельефообразующие процессы, геоморфологическая система, эколого-геоморфологическое исследование, окружающая среда, землепользование, региональное развитие, картографический метод.

E. Sarybaev, R. Bexetova, G. Baidauletova,
R. Turapova, M. Alimbay*

Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: mederkul95@mail.ru

Methods of differentiation of ecological and geomorphological systems of denudation plains of arid zone (Central Kazakhstan)

The article deals with the problem related to the insufficient attention paid to the issue of ecological and geomorphological zoning of platform plains of arid zones in the economic use of their potential. Possibilities and scales of use of territorial taxa of such zoning depend on the principles underlying their allocation and are one of the important applied tasks of effective land use. The importance of these tasks is especially great for arid and semi-arid territories of the platform-denudation plains of Kazakhstan. Errors in land use can lead to irreversible degradation of natural systems in conditions of moisture deficit, which is a 'cushion' of safety of territorial zoning systems. The existing methods of differentiation of geomorphological systems and assessment of their ecological state do not fully meet the requirements of not only rational land use, but also, in general, effective nature management. The authors believe that one of the methods of adequate differentiation of ecological and geomorphological systems is strip profiling, which allows to reveal the geomorphological state of space in a strip from 10 km to 20 km from the main line of the profile at a given, in this study, scale. Strip profiling should be used in conjunction with the methods mentioned in this paper.

Key words: relief and relief-forming processes, geomorphological system, ecological-geomorphological study, environment, land use, regional development, cartographic method.

Е.С. Сарыбаев, Р.Т. Бексеитова, Г.К. Байдаулетова,
Р.О. Турапова, М.М. Әлімбай*

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан

*e-mail: mederkul95@mail.ru

Аридті зонаның денудациялық жазықтықтарының экологиялық-геоформологиялық жүйелерін дифференциациялау әдістері (Орталық Қазақстан)

Мақалада шаруашылық мақсатта пайдалану кезінде платформалық жазықтардың құрғау аймақтарын экологиялық-геоморфологиялық аудандастыру мәселесіне жеткіліксіз көңіл бөлінуі қарастырылады. Мұндай аудандастырудың аумақтық таксондарын пайдалану мүмкіндіктері мен ауқымы оларды анықтаудың негізіне алынған қағидаларға байланысты және жерді тиімді пайдалану бойынша маңызды қолданбалы міндеттердің бірі болып табылады. Бұл міндеттердің маңыздылығы, әсіресе, Қазақстанның платформалық-денудациялық жазықтарының құрғақ және жартылай құрғақ аумақтары үшін өте жоғары. Жерді пайдаланудағы қателіктер ылғал тапшылығы жағдайында табиғи жүйелердің қайтымсыз деградациясына әкелуі мүмкін, ал ылғал тапшылығы аудандастырудың аумақтық жүйелері үшін «қауіпсіздік жастығы» болып табылады. Геоформологиялық жүйелерді саралаудың және олардың экологиялық жай-күйін бағалаудың қолданыстағы әдістері жерді ұтымды пайдалану ғана емес, сонымен бірге тұтастай алғанда табиғатты тиімді пайдалану талаптарына толық сәйкес келмейді. Авторлардың пайымдауынша, экологиялық-геоморфологиялық жүйелерді саралау әдістерінің бірі берілген зерттеудегі масштабты профильдің негізгі сызығынан 10 км-ден 20 км-ге дейінгі жолақтағы кеңістіктің геоморфологиялық күйін анықтауға мүмкіндік беретін жолақты профильдеу деп санайды. Жолақты профильдеу осы жұмыста белгіленген әдістермен бірге қолданылуы керек.

Түйін сөздер: рельеф және рельеф түзуші процестер, геоморфологиялық жүйе, экологиялық-геоморфологиялық зерттеу, қоршаған орта, жерді пайдалану, аймақтық даму, картографиялық әдіс.

Введение

Обоснование и территория исследования

Предметом геоморфологических исследований являются физические и динамические характеристики рельефа, одним из важнейших направлений этой характеристики следует считать рельефообразующие процессы и их параметры (типы, генезис, направленность, развитие, интенсивность, эволюция и прогноз). Изучение, оценка состояния и динамика параметров геоморфологических процессов определяет содержание экологической геоморфологии и ее связей с антропогенной составляющей. Исходя из этого, к объекту экологической геоморфологии следует отнести эколого-геоморфологические системы, которые образуют сложные морфодинамические структуры. Дифференциация эколого-геоморфологических систем играет важную роль при определении функции хозяйственного использования той или иной территории и, соответственно, его рациональности.

Любые природно-антропогенные изменения верхней (литоморфной) части земной коры совершаются в каком-то определенном пространстве. Разнообразные природные тела (горные породы, рыхлые наносы, кора выветривания, почвы, воды, микроорганизмы, газы) поверхностной части земной коры связаны потоками

вещества и энергии в единое целое и формируют различные по степени сложности, устойчивости, тесноте связей и типам функционирования природные *геоморфологические системы*. Воздействия человека на рельеф, а значит и на вещественно-энергетические потоки внутри геоморфологических систем, вносят определенные пространственно-временные изменения в динамику, направленность и мощность этих потоков, изменяя тем самым внутреннюю структуру этих систем.

Задачей данного исследования явилось определение принципов разграничения эколого-геоморфологических систем и, связанных с ними, геоморфологических рисков в пределах Казахского щита – цокольных равнин засушливого пояса Казахстана, территория которого известна большими запасами минерального сырья, освоение которых связано с началом XX века. Незначительные осадки (150-350 мм/год) за длительные периоды времени привела к усилению аридности климата и к засушливости окружающей среды со слабым растительным покровом и водной сетью (Вилесов, 2009). Основными источниками ухудшения геолого-геоморфологической среды являются металлургические предприятия международных корпораций как «АрселорМиттал», «Казахмыс», «Казцинк» и др. и огромные отходы их производства. Актуальность исследуемой

проблемы обусловлена как горнорудными разработками, так и ухудшением экологии и ростом природно-техногенных рисков, приведших к снижению здоровья населения, который является базой социально-экономического развития всего региона.

Работами многих исследователей обосновываются основные принципы и методы районирования природных, включая геоморфологические и природно-хозяйственные системы, в которых учитывается комплексность и пространственная специфичность территории природопользования.

Исследователями в качестве основных критериев эколого-геоморфологического районирования принимаются бассейновый (2, 3, 4, 5, 6, 7), морфоструктурный (8, 9, 10, 11), соляно-зональный (12), геотопологический (12, 13), системный (14), а также комплексный подходы, используемые в зависимости от целеполагания исследования (15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25) для ранжирования территории на региональные единицы различного таксономического достоинства: *страна* (морфоструктурный подход), *пояс* (соляный подход), *сектор* (бассейновый подход), *провинция* (соляно-зональный принцип), *область* (морфолитогенный подход) и далее эколого-геоморфологические *районы* и *подрайоны* (геотопологический подход), каждая из которых характеризуется определенным пространственно-территориальным охватом.

Цель и концептуальная основа исследования

Цель исследования сложилась из основного положения экологической геоморфологии, в котором рельеф является не только объектом геоморфогенеза, но и ресурсом жизнеобеспечения и жизнедеятельности. Последнее решается мониторингом за трансформацией морфолитогенной основы эколого-геоморфологических систем в условиях нарастающих антропогенно-техногенных нагрузок.

Рельеф земной поверхности состоит из различных морфоструктур, которые развиваясь и изменяясь во времени и пространстве, определяются общим понятием «*геоморфологическая среда*». Эта среда, как составная часть общей среды обитания человека, обладает свойством пространственной изменчивости. Именно это свойство геоморфологической среды дает ответ на вопрос – как и в каких границах проводить экологические исследования при решении различных прикладных задач. В связи с этим можно привести высказывание А.Г. Исаченко: «без определенности пространственных границ и территориальных привязок, без научно обо-

снованной территориальной упорядоченности всей информации, относящейся к экологии, разговоры о решении экологических (включая и эколого-геоморфологические проблемы – Р.Б.) становятся пустой фразой». Такой территориальной связью, обладающей определенностью пространственных границ, может и должен служить рельеф земной поверхности. Отсюда следует, что экологические функции рельефа следует рассматривать через его морфологические и морфометрические характеристики, рельефообразующие процессы и литогенную основу. Экологические функции рельефа должны пониматься через те роли, которые он играет в становлении экологической обстановки в пределах окружающей, в том числе геоморфологической среды. Прогнозирование и регулирование экологической обстановки в пространстве геоморфологической среды требует ранжирования геоморфологической среды на эколого-геоморфологические системы, определения принципов этого ранжирования. Принципиальная востребованность подобного исследования обусловлена таким отличительным свойством систем вообще и эколого-геоморфологических систем, в частности, и, одновременно, условием их устойчивости является их *эмерджентность*. Последние, являясь квинтэссенцией взаимодействия элементов системы, являются новыми, свойствами системы. Устойчивость эмерджентных свойств системы основана на качественном преобразовании взаимодействующих вещества и энергии, включая и антропогенные. В нашем понимании современные экологические проблемы окружающей среды представляются проявлением эмерджентных свойств системы. Изменение эмерджентных свойств системы требует дополнительных «вложений» вещества и энергии и дополнительное время для получения результатов нового реагирования. Для природных эколого-геоморфологических систем это время может быть достаточно долгим, для природно-техногенных эколого-геоморфологических систем это время может быть сокращено человеком. Вот почему решение экологических проблем, во имя сохранения необходимых условий жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека, должно быть возложено на самого человека, а не на время и естественный ход развития природы.

Существует ряд принципов дифференциации эколого – геоморфологических систем, которые определяются авторами в зависимости от цели их исследования.

Существуют такие подходы дифференциации эколого-геоморфологических систем как

бассейновый принцип Симонова Ю.Г. (Симонов, 1976; Борсук, 1977; Simonov, 1995; Кружалин, 2004), *геотопологический принцип* Ласточкина А.Н. (Ласточкин, 1987; Ласточкин, 1995), *морфоструктурному принцип* (Воскресенский, 1972; Веселова, 2008), *морфосистемный принцип* Кашменской О.В., *природно-хозяйственный принцип* Кружалина В.И. (Кружалин, 2002; Стурман, 2003). Общность среды размещения ПТК, хозяйства и населения позволяет отметить, что вышеотмеченные принципы выделения эколого-геоморфологических систем являются условными и обусловлены решением конкретных задач исследования. Согласно Скубловой Н.В. эколого-геоморфологическая система может и должна рассматриваться с различных позиций в зависимости от решаемых проблем (Скублова, 1995).

Материалы и методы исследования

Для проведения эколого-геоморфологических исследований и выявления степени геоморфологических нарушений необходима выборка репрезентативных показателей природного и антропогенного характера (Стурман, 2003; Кочуров, 1997; Кузьмин, 2002). К ним относятся природные компоненты, как природные ресурсы, и их комплексы или ландшафты. Основными природными компонентами объектов исследования являются геологическая основа и рельеф, их типы, формирующие состояние геоморфологических ландшафтов. Из группы социально-экономических компонентов были ресурсная основа хозяйства, в том числе земельные и водные ресурсы. Кроме того учитывалось состояние социума, как результат сложившейся экологии. По указанным критериям была осуществлена общая сравнительная оценка экологического состояния геоморфологических систем в пределах платформенно-денудационных равнин аридной зоны – Центрального Казахстана.

Изменения геоморфологической среды обусловлены как природными, так и антропогенно-техногенными и измененными природными процессами. Все они объединены общим понятием эколого-геоморфологические процессы, под которыми следует понимать процессы, изменившие характер, направленность и интенсивность своего развития в результате хозяйственной деятельности человека.

В работе мы исходили из положения, что каждое эколого-геоморфологическое исследование проводится с применением некоторого сочетания последовательно используемых частных

приемов и операций, которые принято называть совокупностью методов. В пределах этого положения были изучены значимые взаимные связи явлений и процессов различной природы и их влияние на геоморфологические системы и экосистему человека, на ее характер и направленность развития.

В данной работе при проведении эколого-геоморфологических исследований и определении принципов районирования эколого-геоморфологических систем были использованы следующие методы:

1. Методы полевых исследований (проводились в течение 4 лет, с 2018 по 2021 гг.).

2. Методы сравнительного пространственно-временного или географического анализа. Сравнительно-географический анализ был использован для выделения объекта исследования как на местности, так и на карте, а также выявления тех его свойств, которые позволяли бы сопоставлять исследуемые объекты (эколого-геоморфологические системы) друг с другом.

3. Методы смежных и других наук при необходимости (экологии, биологии, геологии, математической статистики и др.). Выборка этих методов была различной и была связана как с географическими особенностями исследуемой территории, так и от поставленных задач исследования.

4. Геоморфологические и картографические методы, в том числе метод комплексного геолого-геоморфологического профилирования и картографирования с использованием ГИС технологий (рис. 1а, в). Геоморфологические методы были использованы для изучения сущности рельефа и его места в процессах, протекающих в территориальных географических системах исследуемой территории, являющихся основой эколого-геоморфологических систем.

После выделения эколого-геоморфологических систем, для решения проблемы их районирования и пространственного моделирования были использованы методы:

- анализа выделенных эколого-геоморфологических систем с учетом характеристики элементов природной и антропогенной среды;

- методы типизации эколого-геоморфологических систем;

- методы эколого-геоморфологического картографирования.

При эколого-геоморфологическом районировании необходимо учитывать географические единицы, которые служат фоном для обозначения антропогенного воздействия на природную среду и отражают факторы социально-эконо-

мической нагрузки, от которой зависит экологическая обстановка территории природопользования в целом и эколого-геоморфологическая обстановка в частности. Поэтому, при эколого-геоморфологической дифференциации исследуемой территории, за основу были взяты основные типы природных систем и их связи с морфоструктурной и морфологической обстановкой территории. Сказанное послужило основой для объективного представления характера и интенсивности взаимосвязей солярно-зонального, геоморфологического и антропогенного факторов и процессов, состояния (степени геоморфологической опасности) выделенных эколого-геоморфологических систем. В соответствии с таким подходом, в основу эколого-геоморфологического районирования территории был положен учет доминирующих типов морфолитогенной основы и антропогенных воздействий (типов природопользования и землепользования) на геоморфологическую среду.

Результаты и обсуждение

Территория платформенно-денудационных равнин аридной зоны Казахстана полностью располагается в пределах умеренного климатического пояса, с которым связан соответствующий комплекс геодинамических процессов, различия в проявлении которых обуславливается природно-зональными различиями и отношением к бассейновому стоку. Геодинамические процессы территории исследования объединены в три класса (эндодинамические, экзодинамические, антропогенно-техногенные). Их пространственные различия определяют характер и границы эколого-геоморфологических систем (табл.1,2,3; рис. 2).

В природных системах рельеф является источником энергии процессов латерального перемещения литогенных масс; распределителем тепла и влаги, создателем системы поверхностного и подземного стока, включая литопоток, определяет свойства местообитания биоты. Следовательно, экологические функции рельефа складываются особенностями его литогенных морфологических и морфометрических характеристик, другими словами, через морфолитогенную основу. На этой основе В.И. Кружалиным (Стецюк, 1998) определяются свойства рельефа, учитываемые при исследовании и дифференциации эколого-геоморфологических систем, к ним отнесены: 1) максимальная абсолютная высота; 2) преобладающие абсолютные высо-

ты; 3) средние относительные превышения (или вертикальная расчлененность); 4) преобладающие углы наклона склонов; 5) горизонтальная расчлененность; 6) экспозиционная контрастность рельефа; 7) комплексы современных процессов рельефообразования (неотектонических, сейсмотехногенных, природно-экзогенных и антропогенно-техногенных). Кроме того, нами при изучении эколого-геоморфологических систем были учтены характер и особенности литогенной основы, данные геолого-геоморфологического профилирования (были построены 19 геолого-геоморфологических профилей-разрезов субмеридионального и субширотного направлений), климата и хозяйственного освоения территории исследования.

К основным типам общего природопользования, в том числе землепользования в пределах исследуемой территории отнесены *площадной, линейный и локально-точечный*. Анализ локально-точечного и линейного типов природопользования показывает, что почти все рудное сырье для доминирующей хозяйственной отрасли Центрального Казахстана, а также обслуживающая ее основная дорожно-транспортная инфраструктура сосредоточены в пределах провинций возвышенных мелкосопочных и денудационных (цокольных) равнин. Следовательно, основная техногенная нагрузка и, обусловленные ею геоморфологические опасности, связаны именно с этими типами равнин.

При любом способе дифференциации эколого-геоморфологических систем авторы считают, что следует учитывать способность геоморфологических систем обмениваться с окружающей средой веществом и энергией (гидро-, био- и литодинамические потоки). Также надо помнить, что эколого-геоморфологические системы отличаются такими параметрами как размерность, сложность (элемент рельефа – форма рельефа – комплекс форм рельефа), устройство или структурность (системообразующие процессы, их связи, сочетание и характер), кроме того отличаются функционированием, динамичностью, информативностью, устойчивостью и степенью самоорганизации и самоуправления (Бексеитова, 2010).

Принципы выделения эколого-геоморфологических систем аридной зоны Казахстана основываются прежде всего на геолого-геоморфологических и климатических факторах рельефообразования, а также на характере хозяйственного освоения конкретной территории (Бексеитова, 2010; Бексеитова, 2020).

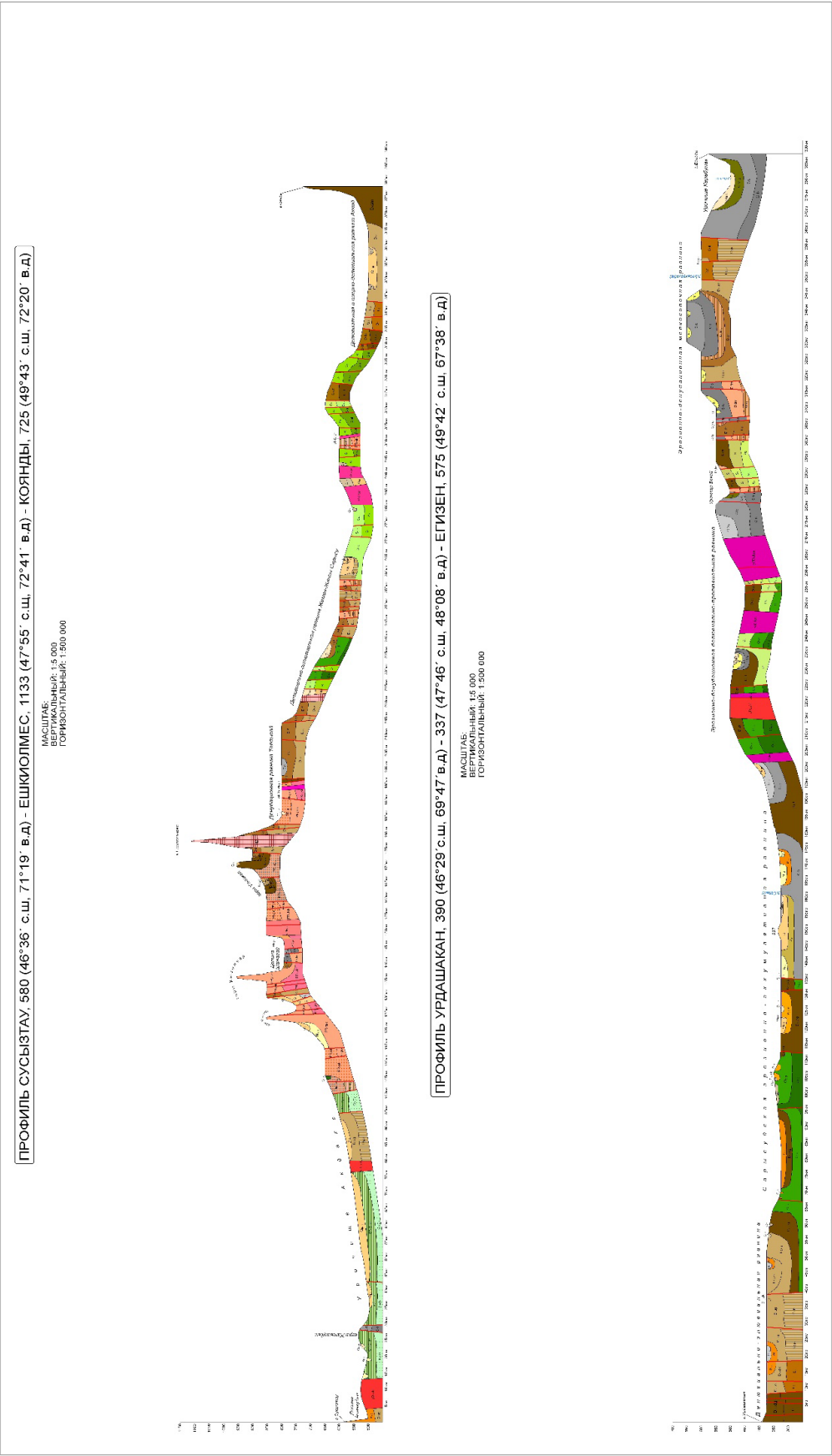


Рисунок 1а – Субмеридиональные геолого-геоморфологические профили-разрезы (Бексеева, 2020)

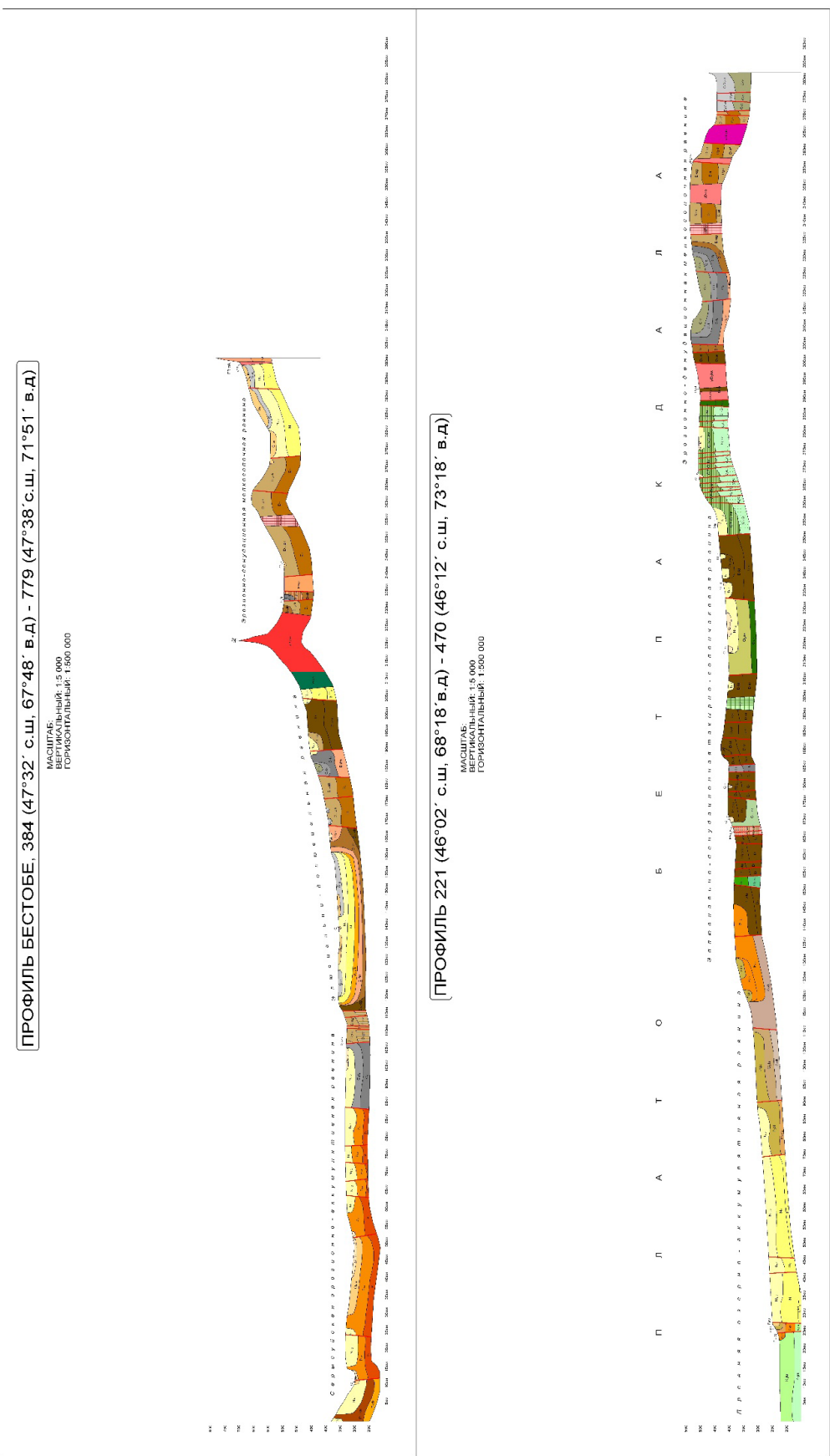


Рисунок 1в – Субширотные геолого-геоморфологические профили-разрезы (Бексеитова, 2020)

Таблица 1 – Класс эндодинамических процессов (Бексеитова, 2019)

| № п/п | Класс процессов | Тип процессов | Динамика и характер пространственного размещения | Процессы и характер их проявления | Характерные геоморфологические формы и их обозначение |
|-------|---|-------------------|--|-----------------------------------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Сейсмотехногенные и эндогенные процессы | Тектонические | Медленные площадные и локальные | Преобладающие поднятия ЗК | Макро- и мезоформы рельефа, преимущественно положительные |
| | | | | Преобладающие опускания ЗК | Макро- и мезоформы рельефа, преимущественно отрицательные |
| | | Сейсмотехногенные | Быстрые локальные и точечные | Обвально-сбросовые | Отрицательные мезо- и микроформы рельефа |
| | | | | Разломно-трещинные | Линейно ориентированные мезо- и микроформы рельефа |

Таблица 2 – Класс природных экзодинамических процессов (Бексеитова, 2019)

| № п/п | Класс процессов | Тип процессов | Динамика и характер пространственного распространения | Процесс, его индекс | Сезонность проявления (обозначение) | Формы рельефа |
|-------|---------------------|---------------|---|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 | Экзогенные процессы | Денудационные | Относительно быстрые локальные и точечные | 5 | 7 | 9 |
| 1 | | | | Обвально-осыпной | Весна, лето | Обвалы, осыпи на склонах низкогорий |
| | | | | Оползневой | Лето | Береговые оползни |
| | | | | Карстовый | Весна, лето, осень | Воронки, пустоты, небольшие пещеры |
| | | | | Овражный | Весна, лето | Промоины, рывтины, овраги |

Продолжение таблицы

| № п/п | Класс процессов | Тип процессов | Динамика и характер пространственного распространения | Процесс, его индексы | | Сезонность проявления (обозначение) | | Формы рельефа |
|-------|---------------------|----------------|--|--------------------------------|------------|-------------------------------------|-------|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | | | Относительно медленные площадные, линейные и локальные | Эрозионный | E_r | Весна, лето | в/л | Днища речных долин, |
| | | | | Денудационный (планация, крип) | D_n | В течение года | пост. | Выравненные поверхности склонов |
| | | | | Суффозионный | S | Весна, лето, осень | вл/о | Западины, блюдца, чаши, промоины |
| | | | | Дефляция, коррозия | D_f, C_z | Лето, осень | л/о | Бороздки, ниши выдувания, причудливые скальные формы |
| | | | | Абразионный | A_b | Весна, лето, осень | вл/о | Абразионные ниши, пляжи, прибрежные денудационные террасы |
| 2 | Экзогенные процессы | Аккумулятивные | Относительно быстрые площадные, линейные и локальные | Эоловый | E_o | Лето, осень | л/о | Насыпные формы |
| | | | | Русловой | R | Весна, лето | в/л | Русловые ложбины |
| | | | | Проллювиальный | P | Весна, лето | в/л | Конусы выносов у подножий склонов |
| | | | | Осыпной | O_s | Лето, осень | л/о | Осыпные шлейфы у подножий склонов |
| | | | Относительно медленные площадные, линейные и локальные | Делювиальный | D_l | Весна, лето, осень | вл/о | Делювиальные шлейфы у подножий склонов |
| | | | | Делювиально-пролювиальный | $D_l P$ | Весна, лето | л/в | Делювиально-пролювиальные шлейфы у подножий склонов |
| | | | | Аллювиальный | A_l | Весна, лето | л/в | Пойма, террасы речных долин |
| | | | | Аллювиально-делювиальный | $A_l D_l$ | Весна, лето, осень | ло/в | Днища расширенных межрядовых и межоспочных понижений |
| | | | | Озерно-болотный | $L B$ | Весна, лето | в/л | Озерно-болотные котловины |
| | | | | Озерно-солончаковый | $L S_l$ | Весна, лето, осень | вл/о | Озерно-солончаковые котловины |
| | | | | Такырообразование | T | Лето, осень | л/о | Такырные оседания и локальные равнины |

Таблица 3 – Класс антропогенно-техногенных экодинамических процессов (Бексеитова, 2019)

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---------------------|----------------|--|--------------------------------|------------|--------------------|-------|--|
| 2 | Экзогенные процессы | Аккумулятивные | Относительно медленные площадные, линейные и локальные | Эрозионный | E_r | Весна, лето | в/л | Днища речных долин, |
| | | | | Денудационный (планация, крип) | D_n | В течение года | пост. | Выравненные поверхности склонов |
| | | | | Суффозионный | S | Весна, лето, осень | вл/о | Западины, блюдца, чаши, промоины |
| | | | Относительно быстрые площадные, линейные и локальные | Дефляция, коррозия | D_{fC_z} | Лето, осень | л/о | Бороздки, ниши выдувания, причудливые скальные формы |
| | | | | Абраззионный | A_b | Весна, лето, осень | вл/о | Абраззионные ниши, пляжи, прибрежные денудационные террасы |
| | | | | Эоловый | E_o | Лето, осень | л/о | Насыпные формы |
| | | | Относительно медленные площадные, линейные и локальные | Русловой | R | Весна, лето | в/л | Русловые ложбины |
| | | | | Проллювиальный | P | Весна, лето | в/л | Конусы выносов у подножий склонов |
| | | | | Осыпной | O_s | Лето, осень | л/о | Осыпные шлейфы у подножий склонов |
| | | | Относительно медленные площадные, линейные и локальные | Делювиальный | D_l | Весна, лето, осень | вл/о | Делювиальные шлейфы у подножий склонов |
| | | | | Делювиально-пролювиальный | D_p | Весна, лето | л/в | Делювиально-пролювиальные шлейфы у подножий склонов |
| | | | | Аллювиальный | A_l | Весна, лето | л/в | Пойма, террасы речных долин |
| | | | | Аллювиально-делювиальный | A_{D_l} | Весна, лето, осень | ло/в | Днища расширенных межрядовых и межсочных понижений |
| | | | | Озерно-болотный | LB | Весна, лето | в/л | Озерно-болотные котловины |
| | | | | Озерно-солончаковый | LS_l | Весна, лето, осень | вл/о | Озерно-солончаковые котловины |
| | | | | Такырообразование | T | Лето, осень | л/о | Такырные оседания и локальные равнины |

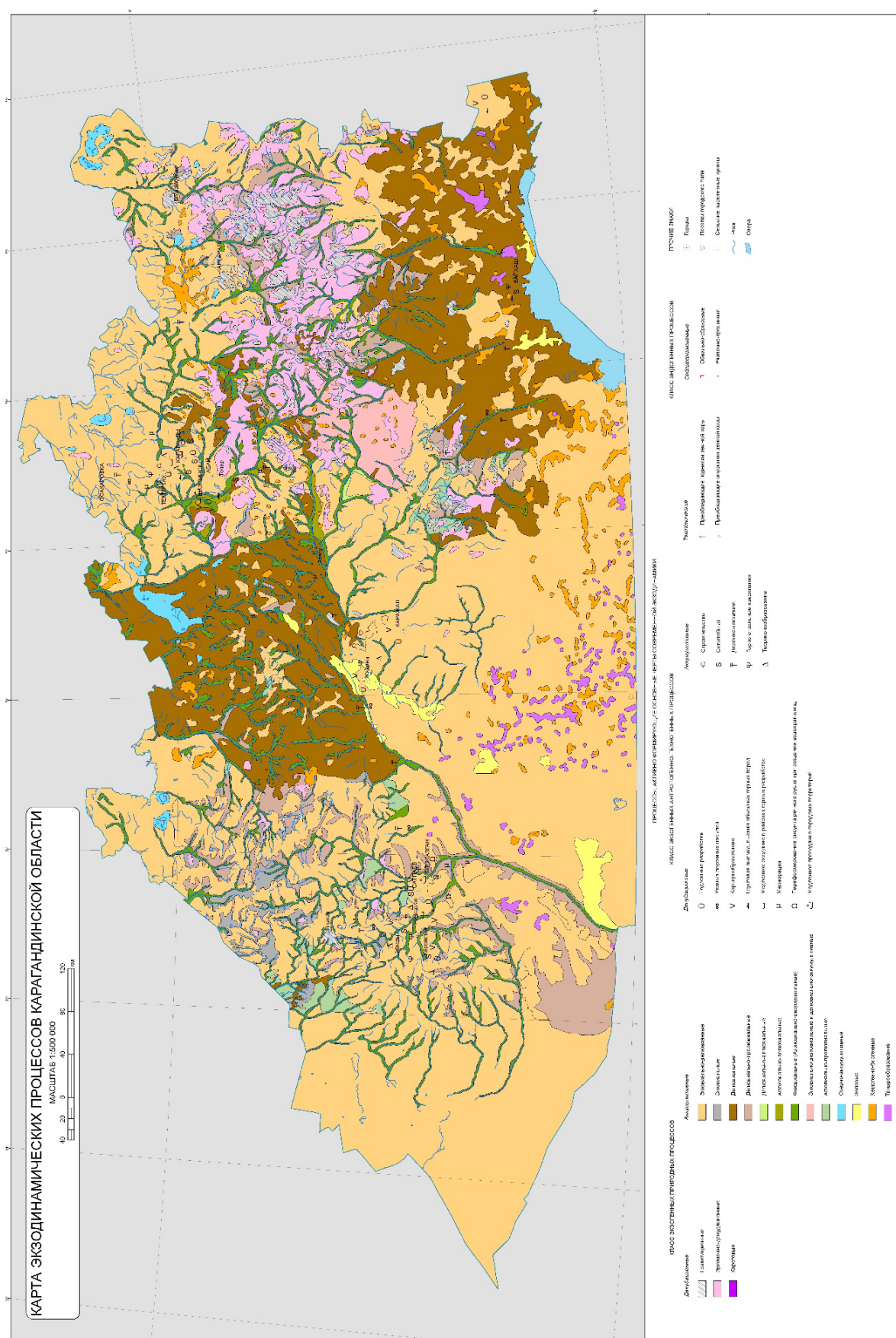


Рисунок 2 – Карта экзодинамических процессов Центрального Казахстана (Бексеитова, 2019)

Геолого-геоморфологический фактор включает влияние как собственно геоморфологического фактора (особенности ранее сформированного рельефа, его морфоорография), создающего территориальные различия и определенный набор рельефообразующих процессов, так и строения, обнаженности и степени устойчивости литогенной основы. *Климатический фактор* обуславливает особенности и разнообразие физико-географических условий, влияющих на особенности формирования эколого-геоморфологических систем. Климат платформенно-денудационных равнин аридной зоны Казахстана обусловлен в целом его географическим и внутриконтинентальным положением, а внутренние климатические различия – морфоорографическим фактором. Освоение исследуемой территории Казахстана охватывает многие виды хозяйствования, но системообразующим является горнорудное производство (Бексеитова, 2015).

Многие платформенные структуры являются рудовмещающими. С их разработками (как наземными, так и подземными) связаны выемки огромных масс горных пород с формированием сети наземных и подземных пустот, складирование пустых отвалов и отработанных пород в огромные терриконы и пустошные поля. Следствием добычи руд на глубинах, близких к глубинам залегания пластов подземных вод, закачки, а то и прорывов вод в горные разработки являются формирование систем трещиноватости и дробления в пластах горных пород, засоление, загрязнение, изменения циркуляции подземных вод, выщелачивание горных пород, образование оседаний и провалов отработанных подземных пустот. Все это приводит к изменению мезо и микроморфометрии рельефа, т.е. к увеличению расчлененности, что, в свою очередь, ведет к увеличению общей площади контакта горных пород и экзогенных агентов с соответствующим увеличением общей площади выветривания и усилением движения рыхлых образований по склонам и днищам новообразованных ложбин, логов, котловин. Нарастание площадей отработанных земель – техногенных пустошей стало причиной резкой активизации ветровой эрозии, насыщению ветровых потоков мелкоземистым материалом, разброс которого на значительных площадях приводит к угнетению почвенно-растительного покрова и, как следствие, к дальнейшему расширению площадей, подверженных дефляции, особенно вблизи крупных населенных пунктов. Увеличение площадей сельскохозяйственного производства, в связи с усиливающейся аридностью климата, приводит к такому

же рельефообразующему эффекту (Бексеитова, 2015).

Территория Центрального Казахстана представляет собой основания древних складчатых сооружений, полностью разрушенных в мезокайнозойское время и превращенных в пенеплен. Последний в дальнейшем был деформирован новейшими тектоническими движениями с последующим формированием различных типов рельефа – мелкосопочника, низкогорий, денудационных и аккумулятивных равнин (Бексеитова, 2015).

В пространственном размещении основных типов рельефа прослеживается определенная закономерность, обусловленная структурным планом новейших тектоморфосистем. Ограниченный с трех сторон морфологически выраженными прогибами (на севере – Западно-Сибирской низменностью и долиной Иртыша, с запада – Тургайским прогибом, и юге – предгорными прогибами), Казахский щит протянулся с запада на восток более чем на 1200 м, а с севера на юг – до 600-700 м. Характерной особенностью рельефа Казахского щита является общая сводовая приподнятость, ярусность, преобладание в рельефе абсолютных высот более 500 м и сопочное расчленение. В гипсометрическом плане территория отчетливо делится на две части – западную и восточную, возвышающиеся на фоне относительно равнинной поверхности, осложненной отдельными понижениями. Западная часть – корни каледонских структур, вытянутые в меридиональном направлении до 980 км, – характеризуется большей выравненностью денудационного рельефа со средними абсолютными высотами от 300 до 600 м (Воскресенский, 1972; Герасимов, 1975). На фоне денудационных равнин выделяются горно-сопочные массивы (с абсолютными высотами более 1000 м) – меридионально ориентированный Улытау-Арганатинский на западе и субширотно ориентированный Кокшетауский на севере. Между этими поднятиями располагается равнина Тенизской впадины. К востоку от Улытау-Арганатинского горно-сопочного поднятия протягивается субширотно ориентированный Сарысу-Тенизский водораздел, выраженный возвышенной сопочно-грядовой равниной с абсолютными высотами 600-800 м, переходящий в обширный Центрально-Казахстанский низкогорный пояс. Ядро пояса образует система низких гор на приподнятом фундаменте денудационных равнин и мелкосопочника. Система низкогорий с абсолютными высотами в пределах 1000-1560 м отличается различной морфологией и северной, северо-западной (согласно простирацию основных плика-

тивных и дизъюнктивных структур фундамента) ориентированностью сопок и гряд и расчленяющих их долин. К северу и югу от этого пояса наблюдается ступенчатое понижение абсолютных высот поверхности (Бексеитова, 2015).

Первым шагом при выделении эколого-геоморфологических систем рассматриваемой территории на основе функционально-территориального принципа было проведение главного водораздела между бассейном Северного Ледовитого океана и Арало-Балхашским внутриматериковым бессточным бассейном (рис.3). Этот главный водораздел отличается одной особенностью. Он разделяет водосборы крупных рек рассматриваемой территории. Поэтому он является одновременно разделом их бассейнов. Это первый шаг – выделение бассейновых секторов. Далее, учитывая влияние соляного климата, т.е. используя природно-зональный принцип, внутри этих секторов можно выделить 3 области со своими комплексами рельефообразующих процессов – южную степную или сухостепную, полупустынную и пустынную. В пределах областей с учетом морфоструктурного и морфоорографического факторов и, соответственно, особенностей циркуляции атмосферы можно выделить границы эколого-геоморфологических провинций. Таких провинций в каждой области будет как минимум 3 – низкогорная, денудационных равнин и аккумулятивных равнин. Далее, было бы логичным выделение в пределах провинций речных бассейнов, однако флювиальный морфогенез в аридных областях имеет свои особенности проявления. Активная эрозия смещается на склоны, а накопление продуктов разрушения – на поверхности придолинных педиментов, часто формирующихся на уровне широких днищ речных долин. Резкая изменчивость в характере и в объемах выпадающих осадков ведет к неравномерности жидкого стока и, соответственно, изменчивости мощностей наносов как в днищах речных долин, так и на поверхности педиментов (Бексеитова, 2015). Неравномерность стока аридных областей обуславливает частую пространственно-временную изменчивость структуры и рисунка эрозионной сети, т.е. «размытость» большей части водораздельных пространств. Это обстоятельство и вызывает определенные затруднения в проведении границ речных бассейнов. Поэтому, дальнейшее деление, на наш взгляд, нужно проводить с учетом ступенчатости рельефа и литологии подстилающих пород (рис. 3) выделенных провинций – склоны низкогорий, поверхности прилегающих к ним возвышенных денудационных равнин

с маломощным чехлом рыхлых элювиально-делювиально-пролювиальных отложений (в пределах первых метров), поверхности сниженных денудационных равнин с чехлом рыхлых делювиальных, делювиально-пролювиальных, пролювиально-аллювиальных отложений (в пределах первых десятков метров), аккумулятивных равнин с преимущественно аллювиальным наполнением (днища относительно крупных речных долин) и пониженные аккумулятивные равнины, выполненных озерно-аллювиальными и аллювиально-золотыми отложениями. Как видно, можно дифференцировать 5-6 таких ступеней – эколого-геоморфологических районов (Бексеитова, 2015).

Дальнейшее деление можно завершить выделением элементарных систем – морфолитотипов (однородных эколого-геоморфологических систем). Морфолитотип – это система пространственно связанных в своем развитии элементов рельефа на определенном литологическом комплексе. В ее пределах качественный и количественный состав и скорости экзодинамических процессов обладают сходством в той степени, в какой это единообразие литоморфной структуры и функционирование данной элементарной системы. Морфолитотипы могут занимать различное пространственно-высотное положение (Бексеитова, 2015).

Морфолитотипы могут занимать различное пространственно-высотное положение. Элементарные морфолитотипы, занимающие водораздельное или междуречное положение, можно назвать, пользуясь терминологией М.А. Глазовской (Глазовская, 1976), *автономными*, а находящиеся на более низких гипсометрических уровнях – *подчиненными*. Последние можно подразделить на *транзитные* и *конечные*. Примером *транзитных* морфолитотипов являются различные склоны, а *конечных* – днища межсопочных понижений, днища саев, логов, долин, впадин, котловин. Различия пространственно-высотного положения будут определять характер и интенсивность экзодинамических процессов. Выделение морфолитотипов позволяет давать не только описания качественного состояния, но и анализировать количественные отношения между явлениями и объектами системы, но и разграничить последствия как в пределах непосредственно «используемого» морфолитотипа, так и соседних морфолитотипов. Таким образом, можно проследить характер и степень реагирования различных морфолитотипов на одно и то же антропогенное воздействие и проводить соответствующие прогнозные исследования (Бексеитова, 2019).

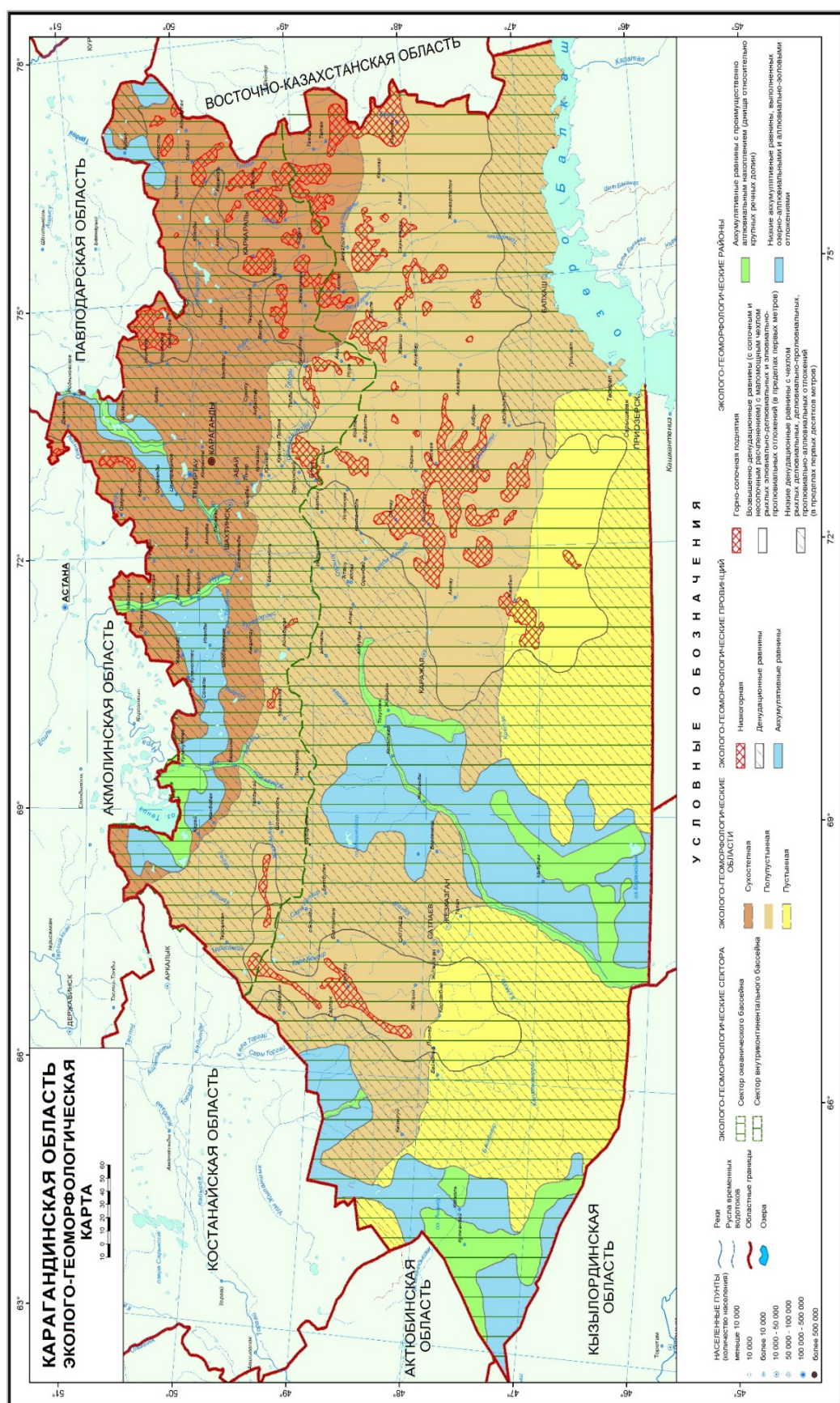


Рисунок 3 – Карта эколого-геоморфологического районирования Центрального Казахстана (Бексеитова, 2019)

Заключение

Платформенно-денудационные равнины представляют собой морфоструктуры щита Урало-Сибирской эпипалеозойской платформы, отличающейся раздробленностью и разновозрастностью геолого-тектонических структур (каледонских и герцинских), которые были денудированы и пенеценизированы в мезозое и подверглись разнознаковым движениям небольшой амплитуды в палеоген-четвертичное время.

Геолого-геоморфологическая история развития и становления структур щита сказалась и на их морфологической выраженности – в чередовании впадин и низкогорных массивов, разновысотных и разноориентированных сопок с междолинными понижениями и логами.

Аридность климата, незначительные величины годовых осадков и их неравномерное распределение способствовали слабому развитию речной сети, в которой доминируют водотоки низкого порядка. Эти малые водотоки, заложенные по лини-

ям разломов и систем трещиноватости, не отличаются постоянством водонаполнения.

Бассейновая структура и гипсометрическое строение платформенно-денудационных равнин Центрального Казахстана, мозаичность литологии горных пород, особенности дифференциации климатических показателей и типы хозяйствования явились основой для выделения той структуры эколого-геоморфологических систем, которая описана в данной работе.

Авторы не исключают и других подходов в выделении территориальных единиц эколого-геоморфологических систем, однако при любом раскладе необходимо помнить конкретные отличительные особенности строения и развития литогенной основы, рельефа, природно-климатических проявлений на территории исследования, поскольку именно они в значительной степени определяют потенциал, характер и степень хозяйственного освоения (в том числе и расселение населения) территории Центрального Казахстана (Бексеитова, 2019).

Литература

- Pecsi M. Ecological-geomorphological researches Hungary. – Budapest, 1986. – P. 117-122.
- Simonov Yu. G., Gladkevitch G. I. Concept of the ecological certification of territories on the basis of land use structure. / *Global Changes and Geography*. М., 1995, p.112-113.
- Бексеитова Р.Т. Эколого-геоморфологические системы и принципы их выделения (на примере территории Центрального Казахстана) // *Гидрометеорология и экология* – 2010. – №3. – С. 181.
- Бексеитова Р.Т. Морфолитогенная основа эколого-геоморфологических систем платформенно-денудационных равнин (Центральный Казахстан) // Монография. – Алматы: Казак университети, 2019. 272 с.
- Бексеитова Р.Т., Веселова Л.К., Кожаметова У.К., Дуйсебаева К.Ж. Эколого-геоморфологические системы платформенно-денудационных равнин горнорудных районов аридной зоны Казахстана (Центральный Казахстан) // Монография. – Алматы: Казак университети, 2015. – 152 с.
- Бексеитова Р.Т., Кожаметова У.К. Региональный эколого-геоморфологический анализ (Центральный Казахстан) // Монография. – Алматы: Казак университети, 2020. 130 с.
- Борсук О.А., Симонов Ю.Г. Морфосистемы, их устройство и функционирование // *Системные исследования природы. Вопросы географии. Сборник 104*. – М.: Мысль, 1977. – С. 170-178.
- Веселова Л.К. Геоморфологическое районирование территории Казахстана // *Материалы международной конференции «География: наука и образование»*. – Алматы, 2008. – С. 275-278.
- Вилесов Е.Н., Науменко А.А., Веселова Л.К., Аубекеров Б.Ж. Физическая география Казахстана. / Учебное пособие под общей редакцией Науменко А.А. – Алматы: Казак университети, 2009. 372с.
- Воскресенский С. С. Геоморфология СССР. – М.: МГУ, 1972. – 147с
- Герасимов И. П. Равнины и горы Средней Азии и Казахстана. – М.: Наука, 1975. – 262с.
- Глазовская М.А. – Ландшафтно-геохимические системы и их устойчивость к техногенез // В кн.: Биохимические циклы в биосфере. – М., 1976. – С. 99-141.
- Кашменская О.В. Теория систем и геоморфология. – Новосибирск: «Наука», Сибирское отделение, 1980. – 119с.
- Кочуров Б.И. География экологических ситуаций (экодиагностика территорий) – М., 1997.
- Кружалин В.И. Экологическая геоморфология суши. – М.: «Научный мир», 2002. 131с.
- Кружалин В.И., Симонов Ю.Г., Симонова Т.Ю. // *Человек. Общество. Природа (Основы социально-экономической геоморфологии)*. – М.: диалог культур, 2004. – 120с.
- Кузьмин С.Б. Геолого-геоморфологический каркас для выделения классов экологической опасности территории (на примере Иркутской области) // *Геоморфология*. – 2002. – №1. – С. 33-43.
- Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ – Л.: «Недра», 1987. – 256 с.
- Ласточкин А.Н. Геоэкология ландшафта. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 1995. – 277с.
- Основные проблемы теоретической геоморфологии. – Новосибирск: СО «Наука», 1985. – 182с.

- Рельеф среды жизни человека (Экологическая геоморфология). – М.: Media Пресс, 2002. – С.: 7 (всего – 640с.)
- Рельеф среды жизни человека (Экологическая геоморфология). – М.: МесИа Пресс, 2002. – 640 с.
- Сахиев С.Е. Экологическая безопасность один из основных стратегических компонентов национальной безопасности Республики Казахстан. – Алматы: 2016. 118с
- Сваричевская З. А. Геоморфология Казахстана и Средней Азии. –Л.: ЛГУ, 1965. – 295с.
- Симонов Ю.Г. Анализ геоморфологических систем //Актуальные вопросы теоретической и прикладной геоморфологии. – М.: ГО СССР, 1976. – С. 69-92
- Скублова Н.В. Геоморфологический анализ при комплексной оценке и прогнозировании геоэкологических ситуаций // Геоморфология. – 1995. – №2. – С. 65-73.
- Сладкопеев С.А. Проблемы экологической геоморфологии //Материалы XXX Пленума Геоморфологической комиссии РАН «Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее и будущее». – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2008. – С. 169-170.
- Стецюк В.В. Теория и практика эколого-геоморфологических исследований в морфоклиматических зонах. – Киев, 1998, сентябрь-12. – 289с.
- Стецюк В.В. Теория и практика эколого-геоморфологических исследований в морфоклиматических зонах. – Киев, 1998, сентябрь-12. – 289с.
- Стурман В.И. Экологическое картографирование. – М., 2003. – С. 170-171.
- Тимофеев Д. А., Трофимов А. М. О сущности и месте системного подхода в геоморфологии// Геоморфология. – 1982. – №1. – С. 37-40.
- Хакен Г. Информация и самоорганизация. – М.: Высшая школа, 1993. – С. 113-134.

References

- Bekseitova R.T. (2010). Jekologo-geomorfologicheskie sistemy i principy ih vydelenija (na primere territorii Central'nogo Kazahstana). *Gidrometeorologija i jekologija* – №3.
- Bekseitova R.T. (2019) *Morfologicheskaja osnova jekologo-geomorfologicheskix sistem platformno-denudacionnyh ravnin (Central'nyj Kazahstan)* //Monografija. –Almaty: Kazak universiteti,.
- Bekseitova R.T., Kozhahmetova U.K. (2020). *Regional'nyj jekologo-geomorfologicheskij analiz (Central'nyj Kazahstan)* // Monografija. –Almaty: Kazak universiteti.
- Bekseitova R.T., Veselova L.K., Kozhahmetova U.K., Dujsebaeva K.Zh. (2015) *Jekologo-geomorfologicheskie sistemy platformno-denudacionnyh ravnin gornorudnyh rajonov aridnoj zony Kazahstana (Central'nyj Kazahstan)* //Monografija. – Almaty: Kazak universiteti,
- Borsuk O.A., Simonov Ju.G. (1977). Morfosistemy, ih ustrojstvo i funkcionirovanie // *Sistemnye issledovaniya prirody. Voprosy geografii.*– М.: Mysl', – P. 170-178.
- Gerasimov I. P. (1975) *Ravniny i gory Srednej Azii i Kazahstana*. –M.: Nauka,
- Glazovskaja M.A. (1976) Landshaftno-geohimicheskie sistemy i ih ustojchivost' k tehnogenez // *Biohimicheskie cikly v biosfere*. М.,. 99-141.
- Haken G. (1993) Informacija i samoorganizacija. – М.: Vysshaja shkola,. 113-134.
- Kashmenskaja O.V. (1980). *Teorija sistem i geomorfologija*. – Novosibirsk: "Nauka", Sibirskoe otделение.
- Kochurov B.I. (1997). *Geografija jekologicheskix situacij (jekodiagnostika territorij)* – Moscow, Russia,
- Kruzhalin V.I. (2002) *Jekologicheskaja geomorfologija sushi*. – М.: «Nauchnyj mir», Moscow, Russia,.
- Kruzhalin V.I., Simonov Ju.G., Simonova T.Ju. // *Chelovek. Obshhestvo. Priroda (Osnovy social'no-jekonomicheskoy geomorfologii)*. –М.: dialog kul'tur, 2004. – 120s.
- Kuz'min S.B. (2002) Geologo-geomorfologicheskij karkas dlja vydelenija klassov jekologicheskoy opasnosti territorii (na primere Irkutskoj oblasti) // *Geomorfologija*. №1. 33-43.
- Lastochkin A.N. (1987) *Morfodinamicheskij analiz* – L.: «Nedra»,.
- Lastochkin A.N. (1995) *Geojekologija landshafta*. – SPb.: Izd-vo SPbGU,
- Osnovnye problemy teoreticheskoy geomorfologii. (1985) Novosibirsk: SO «Nauka»,.
- Pecsi M. (1986) *Ecological-geomorphological researches Hungary*. – Budapecht,. 17-122.
- Rel'ef sredy zhizni cheloveka (*Jekologicheskaja geomorfologija*). (2002) М.: Media Press,. – С.: 7 (vsego – 640s.)
- Rel'ef sredy zhizni cheloveka (*Jekologicheskaja geomorfologija*). (2002)- М.: MesIa Press,. – 640 s. S.E. Jekologicheskaja bezopasnost' odin iz osnovnyh strategicheskix komponentov nacional'noj bezopasnosti Respubliki Kazahstan. – Almaty: 2016.
- Simonov Ju.G. (1976). Analiz geomorfologicheskix sistem // *Aktual'nye voprosy teoreticheskoy i prikladnoj geomorfologii*. – М.: ГО СССР, 69-92
- Simonov Yu. G., Gladkevitch G. I. (1995) Concept of the ecological certification of territories on the asis of land use structure. / *Global Changes and Geography*. М., 112-113.
- Skublova N.V. (1995) Геоморфологический анализ при комплексной оценке и прогнозировании геоэкологических ситуаций // *Геоморфология*. – №2. -65-73.
- Сладкопеев С.А. (2008) Проблемы экологической геоморфологии // *Материалы XXX Пленума Геоморфологической комиссии РАН «Отечественная геоморфология: прошлое, настоящее и будущее»*. – СПб.: Изд-во СПбГУ,. – С. 169-170.
- Стецюк В.В. (1998) Теория и практика эколого-геоморфологических исследований в морфоклиматических зонах. – Киев, , сентябрь-12. – 289с.

- Stecjuk V.V. (1998) *Teorija i praktika jekologo-geomorfologicheskikh issledovanij v morfoklimaticheskikh zonah.* – Kiev, sentjabr' -12. – 289s.
- Sturman V.I. (2003) *Jekologicheskoe kartografirovanie.* – M., 170-171.
- Svarichevskaja Z. A. (1965) *Geomorfologija Kazahstana i Srednej Azii.* -L.: LGU,.
- Timofeev D. A., Trofimov A. M. (1982) O sushhnosti i meste sistemnogo podhoda v geomorfologii// *Geomorfologija.* – №1. – S. 37-40.
- Veselova L.K. (2008) *Geomorfologicheskoe rajonirovanie territorii Kazahstana // Materialy mezhdunarodnoj konferencii «Geografija: nauka i obrazovanie».* – Almaty, 275-278.
- Vilesov E.N., Naumenko A.A., Veselova L.K., Aubekero B.Zh. (2009) *Fizicheskaja geografija Kazahstana.* – Almaty: Qazak universiteti, 372s.
- Voskresenskij S. S. (1972) *Geomorfologija SSSR.* -M.: MGU

Сведения об авторах:

- Сарыбаев Едил Саутович – PhD, старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан; edilait@mail.ru)
- Бексеитова Роза Тлеулесовна – доктор географических наук, профессор кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан; bexeitova.roza@gmail.com)
- Байдаулетова Гульбан Куттыбаевна – старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан; carlugast69@gmail.com)
- Турапова Рахат Орынбасаровна – старший преподаватель кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби, Алматы, Казахстан; turapovarahat@gmail.com)
- Әлімбай Медеркүл Медетжанқызы – докторант 1-курса специальности 8D07303 – Картография, кафедры картографии и геоинформатики, Казахский национальный университет имени Аль-Фараби (Алматы, Казахстан, e-mail: mederkul95@mail.ru)

Авторлар туралы мәлімет:

- Сарыбаев Едил Саутович – PhD, картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; edilait@mail.ru)
- Бексеитова Роза Тлеулесовна – география ғылымдарының докторы, картография және геоинформатика кафедрасының профессоры, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; bexeitova.roza@gmail.com)
- Байдаулетова Гульбан Куттыбаевна – картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; carlugast69@gmail.com)
- Турапова Рахат Орынбасаровна – картография және геоинформатика кафедрасының аға оқытушысы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; turapovarahat@gmail.com)
- Әлімбай Медеркүл Медетжанқызы – картография және геоинформатика кафедрасының 8D07303 – Картография мамандығының 1-курс докторанты, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан; e-mail: mederkul95@mail.ru)

Information about authors:

- Sarybaev Edil – PhD, Senior Lecturer Department of the Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: edilait@mail.ru)
- Bexeitova Roza – Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: bexeitova.roza@gmail.com)
- Baidauletova Gulban – Senior Lecturer of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: carlugast69@gmail.com)
- Turapova Rakhat – Senior Lecturer of the Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: turapovarahat@gmail.com)
- Alimbay Mederkul – 1st year doctoral student of the specialty 8D07303 – Cartography, Department of Cartography and Geoinformatics, Al-Farabi Kazakh National University (Almaty, Kazakhstan, e-mail: mederkul95@mail.ru)

Келін түсті: 10 қаңтар 2025 жыл
Қабылданды: 11 наурыз 2025 жыл