УДК 551.4:528(571.54)

СОВРЕМЕННОЕ ЭКЗОГЕННОЕ РЕЛЬЕФООБРАЗОВАНИЕ ОКИНСКОГО ПЛОСКОГОРЬЯ (ВОСТОЧНЫЙ САЯН)

Выркин В.Б., Масютина Ю.А.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, e-mail: vyrkin@irigs.irk.ru, ellada308@mail.ru

Окинское плоскогорье, расположенное в юго-восточной части Восточного Саяна, отличается плоско- и округловершинными междуречьями и окружено альпинотипными горными хребтами. Для него характерен геоморфологический ряд, состоящий из сочетаний вершинных поверхностей, склонов и днищ речных долин и котловин. В соответствии с этим положением впервые проведено исследование основных закономерностей современного экзогенного рельефообразования плоскогорья и выявлены ведущие процессы, определяющие характер морфогенеза в различных экзоморфодинамических условиях, отличающихся зависимостью как от климатических параметров, так и от изначальной морфологии рельефа, обусловленной историей геолого-геоморфологического развития этого специфического региона Восточного Саяна. Кратко охарактеризованы основные черты рельефа плоскогорья, позволившие увидеть коренные отличия морфологических ландшафтов юго-западной и северо-восточной его частей. Дано описание форм проявления ведущих экзогенных процессов для вершинных поверхностей, склонов и днищ речных долин и котловин. Проведено картографирование ведущих экзогенных процессов морфогенеза и ранжирование их по степени участия в современном рельефообразовании, основанные на принципах и методах, разработанных в рамках Иркутской школы экзогенной геоморфологии. Анализ созданной карты позволил выявить спектр ведущих экзогенных процессов (криогенно-склоновых, криогенных, флювиальных и гравитационно-склоновых), создающих и моделирующих рельеф изученной территории. Для гумидного типа экзогенного морфогенеза, свойственного Окинскому плоскогорью с его континентальным климатом и повсеместным развитием многолетней мерзлоты, важнейшим фактором современного рельефообразования является криогенез, накладывающийся на особенности морфологии рельефа. Формы проявления флювиальных процессов исключительно разнообразны и определяются особенностями геолого-геоморфологического строения территории. Локально представлены процессы осыпания, обваливания и карста.

Ключевые слова: экзогенное рельефообразование, ведущие процессы, картографирование, плоскогорье, вершинные поверхности, склоны, речные долины, котловины

THE MODERN EXOGENOUS LANDFORMING OF THE OKINSKOE HIGHLAND (EASTERN SAYAN)

Vyrkin V.B., Masyutina Yu.A.

V.B. Sochava Institute of Geography SB RAS, Irkutsk, e-mail: vyrkin@irigs.irk.ru, ellada308@mail.ru

The Okinskoe highland is located in the southeastern part of the Eastern Sayan, and it is characterized by flat and roundly apices of interfluves and it is surrounded by alpinotypic mountain ridges. It is characterized by a geomorphological rows which are consisting of combinations of vertex surfaces, slopes and river valley beds and depressions. In accordance with the thesis the study of the main regularities of the modern exogenous landforming, and the leading processes which are identified the nature of morphogenesis in the different exomorphogenesis conditions differing both in their dependence on climatic parameters and on the initial morphology of the relief, due to the history of geological and geomorphological development of this particular region of the Eastern Sayan were first conducted. The main features of the landforms of the highland are briefly described, which made it possible to see the fundamental differences between the morphological landscapes of the southwestern and northeastern parts of it. The description of the manifestation types of the leading exogenous processes for *apical* surfaces, slopes and river valley beds and basins is given. The mapping of the leading exogenous processes of morphogenesis and ranking them according to the degree of participation in modern landforming was carried out, based on the principles and methods developed within the framework of the Irkutsk school of exogenous geomorphology. The analysis of the created map made it possible to reveal a spectrum of leading exogenous processes (cryogenic-slope, cryogenic, fluvial and gravitational-slope) which created and modeling the landforms of the studied area. For the humid type of exogenous morphogenesis inherent in the Okinskoe highland with its continental climate and widespread development of permafrost, the most important factor in modern landforming is cryogenesis, which overlaps the features of the morphology. The types of manifestation of fluvial processes are extremely diverse and determined by the features of the geological and geomorphological structure of the area. The processes of falling, sloughing and karst are locally presented.

Keywords: exogenous landforming, leading processes, mapping, highland, epic surfaces, slopes, river valleys, basins

Исследование экзоморфодинамики является актуальной задачей современной геоморфологии. Необходимость подробного изучения экзогенных рельефообразующих процессов обусловлена их непосредственным влиянием на хозяйственную деятельность человека. Анализ процессов экзогенного морфогенеза необходим для определения степени экологического риска освоения территории и решения проблем рационального природопользования. К настоящему времени Окинское плоскогорье в экологическом отношении является благополучным регионом из-за слабой его освоенности. Однако хозяйственное воздействие на этот

район постоянно увеличивается, поэтому анализ экзоморфогенеза представляется совершенно необходимым, особенно для этой слабоизученной в геоморфологическом отношении территории. Цель нашего исследования – определение спектра экзогенных процессов, формирующих современный рельеф, их характеристика и выявление среди них наиболее значимых при решении задач оценки геоморфологического риска.

Материалы и методы исследования

Полевое исследование морфогенеза Окинского плоскогорья проводилось в период с 2010 по 2017 гг. и охватило практически всю его территорию. Это плоскогорье расположено в юго-восточной части Восточного Саяна на высотах от 1100 до 2900 м и со всех сторон ограничено альпинотипными горными массивами до отметок 3000 м и выше. Основные морфологические особенности плоскогорья – это наличие останцов мел-палеогеновой поверхности выравнивания, которые на значительных участках бронированы покровами неогеновых базальтовых лав, следов плейстоценовых оледенений и разновысотных морфоструктурных ступеней, отнесенного Г.Ф. Уфимцевым [1] к сибиретипным горам. Плоскогорье на плиоцен-четвертичном этапе не претерпело значительных изменений благодаря промежуточному положению между вершинной и базисной поверхностью Восточного Саяна и частично бронирования базальтовыми лавами [2]. Области с древним денудационным рельефом, почти не измененным последующими процессами, здесь занимают площади более 400 км^2.

В юго-западной части плоскогорья в бассейнах рек Тиссы и Диби расположено базальтовое плато, которое В.И. Ташак и Д.В. Кобылкин [3] именуют Окинским. Во избежание путаницы в терминологии (Окинское плато составляет одно из геоморфологических элементов Окинского плоскогорья) предлагается это плато называть Диби-Тиссинским, поскольку большая его часть находится в бассейнах этих рек. Площадь распространения базальтов, среди которых «вершинные» преобладают над «долинными», здесь превышает 3000 км^2, располагаясь на абсолютных высотах 1700–2400 м [4]. На правобережье Оки и в верховьях Белой и Урика располагаются гранитные массивы Бельских, Урикских и Сорокских Гольцов с высотами до 2200–2900 м. Здесь над пологоволнистой поверхностью более на чем 400 м возвышаются отдельные караваеподобные гольцы.

На северо-западе Окинского плоскогорья расположена Окинская котловина, имеющая почти широтное простирание и включающая долины рек Оки, Жомболока и Улзыты (Илеза). Ее длина составляет 60, ширина 2–10 км, а абсолютная высота днища – 1175–1400 м. Она представляет собой грабен, заполненный кайнозойскими отложениями, борта которого представлены уступами сбросов, четко выраженных в рельефе. Ильчиро-Китойская котловина, протягивающаяся с юго-запада на северо-восток на 20–25 км и имеющая ширину от 2 до 5 км, расположена в юго-восточной части плоскогорья на его контакте с Тункинскими и Китойскими Гольцами на высоте 1900–2050 м.

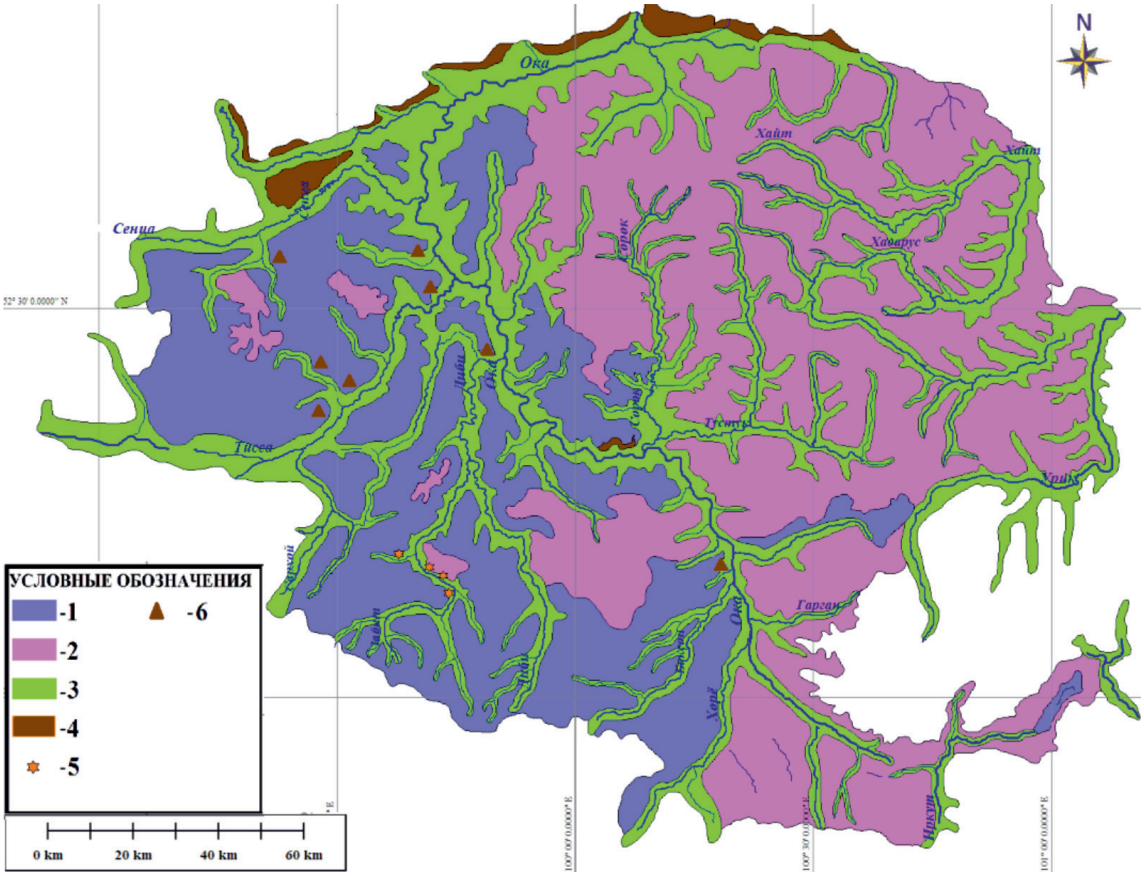
В общем виде рельефообразование на плоскогорье может быть разделено на морфогенез вершинных поверхностей, склонов и днищ речных долин и котловин. Г.С. Ананьев [5] выделяет три основных морфологических типа вершинных поверхностей, из которых здесь доминируют два – плоско- и округловершинный, формирование которых обусловлено процессами денудации базальтовых плато, участков древних поверхностей выравнивания, высоких горстов и ступенчатых глыбовых поднятий. На плоскогорье наблюдаются следующие экзоморфодинамические пояса: низкогорный (1200–1500 м), среднегорный (1600–1900 м) и высокогорный (2000–2900 м). В их пределах роль климатического фактора в современном рельефообразовании различна.

Важнейшим методом изучения современного экзогенного рельефообразования является картографирование процессов. В результате проведенных исследований для плоскогорья была составлена карта ведущих экзогенных процессов рельефообразования (рисунок). Методической основой при картосоставлении послужили теоретические разработки геоморфологов Института географии СО РАН, включающие анализ проблем морфогенеза путем выделения ведущих процессов [6]. Создаваемый экзогенными процессами комплекс малых форм рельефа обладает яркой спецификой и некоторыми особенностями развития в пределах разных участков Окинского плоскогорья. Подсчет площадей развития ведущих процессов показал, что наибольшее распространение среди них имеют криогенно-склоновые (37%), флювиальные (34%) и криогенные (25%). Локально представлены гравитационно-склоновые и карстовые процессы.

Результаты исследования и их обсуждение

Сплошное распространение многолетнемерзлых пород на плоскогорье определяет развитие широкого спектра процессов, связанных с их воздействием на рельеф. Эти процессы подразделяются на два класса – криогенные и криогенно-склоновые. На вершинах преобладают криогенные процессы, которые представлены морозным выветриванием, сезонным и многолетним морозным пучением и просадкой, термокарстом, морозным растрескиванием и сортировкой. В результате их развития формируются разнообразные формы микрорельефа, среди которых наиболее распространены пятна-медальоны, каменные кольца, каменные пятна, трещинные полигоны, бугры пучения, термокарстовые западины и озера.

Наиболее широкое распространение процессы криогенеза приобрели на обширных участках платобазальтов, распространенных на левобережной части бассейна р. Оки, где на многих участках происходит пучение и просадка грунтов, а также растрескивание с образованием бугров пучения, пятен-медальонов и трещинных полигонов.



Ведущие экзогенные процессы рельефообразования на Окинском плоскогорье. Площадное распространение: 1 – криогенные; 2 – криогенно-склоновые; 3 – флювиальные; 4 – гравитационно-склоновые. Локальное распространение: 5 – карстовые; 6 – гравитационно-склоновые

На востоке плоскогорья, на вершинах Сорокских и Бельских Гольцов, под действием морозного выветривания осуществляется подготовка обломочного материала, который смещается вниз по склону за счет процессов криогенной десерпции. Наиболее типичным участком является водораздел р. Улзыты и Урика, характеризующийся пологохолмистым моренным рельефом, где в большом количестве отмечены пятна-медальоны, трещинные полигоны. Аналогичные проявления криогенных процессов различной степени интенсивности характерны для южной части плоскогорья на водоразделах Оки и Иркута, Хорё и Боксона.

На высотах 1500–1800 м интенсивность процессов снижается, но на плоских водораздельных поверхностях развиваются процессы морозного пучения и морозной сортировки, формирующие каменные пятна, кольца и узлы. Довольно распространенным явлением на плоскогорье является термокарст, проявления которого отмечены в Ильчиро-Китойской котловине, возле оз. Олон-Нур и в бассейне р. Сенцы возле пос. Шаснур, где многочисленны мелкие термокарстовые западины и озера.

На склонах плоскогорья чрезвычайно широко распространены криогенно-склоновые процессы, в первую очередь это процессы криогенной десерпции и солифлюкции. Характерной формой рельефа, возникающей в результате совокупного действия процессов десерпции и подповерхностного смыва, являются курумы, которыми заняты значительные площади на плоскогорье. Процессы солифлюкции (быстрой и медленной) также развиты на плоскогорье широко и характерны для склонов долин и междуречий.

Криогенно-склоновые процессы на плоскогорье подчинены экзоморфодинамической вертикальной поясности. В его пределах на высотах от 2000–2200 м и выше господствуют процессы курумообразования. Далее, вниз по склону и с уменьшени-

ем уклонов поверхности, курумы замедляют свое движение и часто в нижних частях склонов покрываются лишайниками. Однако процессы подповерхностного смыва продолжаются, в результате чего выносится мелкозем и у подножий иногда формируются шлейфы. На высотах 1800–1900 м у верхней границы леса и на плоских участках распространены каменные россыпи, представляющие собой завершившие активное развитие реликтовые курумы.

На высотах 1800–2200 м на переувлажненных склонах с уклонами от 3–5° до 15–20° развиваются процессы криогенной солифлюкции. Для склонов крутизной 3–7° характерна медленная солифлюкция, а на более крутых при достаточной увлажненности происходит быстрая солифлюкция. В пределах Ильчирско-Китойской котловины на высотах 2200–2300 м на склонах южной экспозиции с уклонами 15–20° отмечены гирлянды солифлюкционных террас. Переувлажненность территории также является фактором для развития процессов термоэрозии, которые происходят в совокупности с солифлюкцией. Формируемые термоэрозией формы рельефа – делли – прямолинейные русла временных водотоков, по которым происходит сток талых вод, являются характерной формой высокогорного пояса. На склонах, где затруднено проявление солифлюкции, а уклоны недостаточны для развития гравитационно-склоновых процессов, происходит медленное перемещение рыхлого материала за счет процессов дефлюкции или крипа. Ниже 1800–1700 м криогенно-склоновые процессы широкого распространения не имеют, поскольку происходит увеличение уклонов, что препятствует проявлению криогенно-склонового морфогенеза.

Наиболее широкое распространение солифлюкция и курумообразование имеют в восточной и южной частях плоскогорья в пределах Сорокских и Бельских Гольцов. В западной части плоскогорья курумы распространены в меньшей степени, что связано с тем, что здесь преобладают плоские слабонаклонные поверхности. Наиболее благоприятны для развития курумов поля гранитов, которые способны дробиться на крупные глыбы. Базальты менее подвержены процессам курумообразования, поскольку имеют свойство разрушаться на более мелкие обломки. Процессы солифлюкции широкое распространение получили в южной и восточной части плоскогорья.

В связи со значительной степенью вертикального расчленения плоскогорья на его территории повсеместно представлены гравитационно-склоновые процессы (осыпание, обваливание). Наиболее интенсивно они развиваются на высотах 1700 м и ниже. Основными участками их распространения являются глубоко врезанные в поверхность плоскогорья долины рек, характеризующиеся крутыми и отвесными склонами. Это участки долины Оки и её левых притоков (Диби, Забит, Тисса, Сенца, Сайлаг и другие). В восточной части плоскогорья на склонах долин рек Урика, Бол. Белой, Хончина также происходят интенсивные процессы обваливания и осыпания. Денудационные части склонов изрезаны руслами временных водотоков и склоновых селей. В результате совокупного действия этих процессов у подножий склонов формируются мощные конусы выноса. В тех случаях, когда реки или временные водотоки размывают рыхлые породы (участки террас, морены), помимо осыпания и обваливания развиваются процессы микрооползания, так называемые сплывы, когда с подстилающего рыхлого материала смещается часть дернового слоя. Интенсивные процессы осыпания и обваливания, а также селеобразования характерны для краевых частей Окинской котловины, где ее ограничивает хребет Кропоткина.

В пределах высокогорья гравитационно-склоновые процессы широкого распространения не имеют, поскольку данная территория не характеризуется крутыми уклонами. Стоит отметить наличие участков локального развития процессов гравитационного рельефообразования в карах, которые единично развиты на склонах Сорокских и Бельских Гольцов. На крутых, более 35°, стенках каров интенсивно развиваются обвально-осыпные процессы, характерны также склоновые сели. У верхних бровок склонов накапливаются значительные снежные массы, которые способствуют сходу лавин.

В нижних частях склонов Окинской котловины активно развивается овражная эрозия, особенно в местах интенсивного антропогенного воздействия на рельеф (прокладка дорог и других инженерных сооружений).

Современное рельефообразование в долинах плоскогорья представлено деятельностью постоянных и временных водотоков. Рельефообразующая роль постоянных водотоков выражена в деятельности основ-

ных рек плоскогорья – Оки, Тиссы, Диби, Хорё, Сорока, Бол. Белой, Урика и их притоков. На морфологический облик долин оказали влияние плейстоценовые оледенения, вулканическая и новейшая тектоническая деятельность. На большей части плоскогорья преобладают процессы глубинной эрозии. Долины рек врезаются в поверхность плоскогорья до глубины в несколько сот метров. Так, превышение поверхности водораздела над днищем р. Тиссы в нижнем течении составляет 500–600 м. Характерные типы речных долин – теснины и каньоны. При этом глубина эрозионного расчленения территории плоскогорья усиливается с севера на юг.

В пределах базальтовых плато распространены прямолинейные долины с прямоугольными изгибами, что объясняется их разработкой по разломам [7]. Другой морфологией характеризуются реки восточной и южной части плоскогорья. В верхнем и среднем течении многие долины плоские, обладают плавным продольным профилем, некоторые из них имеют троговый профиль со слабовогнутыми склонами и широкими заболоченными днищами, по которым реки спокойно меандрируют или разбиваются на множество рукавов, тем самым формируя пойменную многорукавность. В их нижнем течении эрозионный врез усиливается, в долинах сформирован пойменно-террасовый комплекс, притоки впадают в главные реки со значительными уклонами. Крайняя восточная часть плоскогорья характеризуется значительной глубиной эрозионного расчленения. Долины рек Урик, Бол. Белая, Хончин врезаются на глубину до нескольких сотен метров и формируют долины типа теснин и каньонов.

Для процессов флювиального рельефообразования, для временных и постоянных водотоков на территории плоскогорья, характерна экзоморфодинамическая поясность. В горах выше 2000–2100 м деятельность рек большого значения не имеет, там находятся лишь их истоки. Флювиальные процессы большей частью представлены работой временных водотоков. На высотах 1800–2000 м долины рек часто не выработаны, днища плоские и заболоченные. Многие долины имеют форму трогов. Наиболее распространенный тип руслового процесса – свободное меандрирование, также встречаются участки с развитием пойменной многорукавности. На высотах 1600–1700 м эрозионный врез усиливается. На многих участках долин сформирован пойменно-террасовый комплекс. В долине р. Оки, на участке от устья р. Хорё до Окинской котловины, практически на всем ее протяжении сформированы низкая и высокая поймы (1,5 и 3 м), первая и вторая надпойменные террасы (4–6 и 10–12 м). Притоки Оки в большинстве своем также характеризуются наличием нескольких уровней поймы и надпойменных террас. Деятельность временных водотоков развита в поймах и на крутых склонах долин основных притоков Оки, где они нередко приобретают характер селевых потоков. На территории плоскогорья широко развито наледеобразование.

В пределах Окинской котловины рекой Окой сформированы аллювиальные равнины, её притоки Жомболок и Сенца имеют два уровня поймы (0,5 и 1–2 м) и пять уровней надпойменных террас (3–7, 8–12, 13–15, 18–20, 23–24 м) [7]. Некоторые реки котловины глубоко врезаются в днище долин и имеют вид каньонов. Для приустьевых участков рек Сенца и Сайлаг характерны висячие русла.

Таким образом, флювиальные процессы и созданные ими формы рельефа имеют на плоскогорье широкое распространение, однако увеличение интенсивности и возрастание их значения в структуре экзогенного рельефообразования характерно для низких гипсометрических уровней, где ниже 1700 м они практически повсеместно играют ведущую роль.

Заключение

Современное экзогенное рельефообразование в пределах Окинского плоскогорья осуществляется широким спектром процессов (криогенно-склоновых, криогенных, флювиальных, гравитационно-склоновых), создающих и моделирующих рельеф его вершинных поверхностей, склонов, днищ речных долин и котловин. Преобладание того или иного процесса на разных участках плоскогорья обусловлено особенностями геолого-геоморфологического строения и специфики ландшафтно-климатических условий. На плоских участках базальтовых плато в западной и центральной частях плоскогорья преобладают криогенные, а в восточной части плоскогорья, в районе развития пологокупольных гольцовых массивов интенсивно протекают криогенно-склоновые процессы. Современное рельефообразование в днищах речных долин и котловин осуществляется флювиальными процессами различной интенсивности и направленности – от активного врезания и об-

разования каньонов до формирования аккумулятивных террас и пойм, что обусловлено особенностями структурно-геологического и геоморфологического строения территории. Различия в процессах современного экзоморфогенеза также находятся в зависимости от гипсометрии поверхностей (вертикальная экзоморфодинамическая поясность), что связано с изменением ландшафтно-климатических условий с высотой.

Среди геоморфологических процессов, представляющих основную опасность, и могущих нанести наибольший ущерб состоянию природной среды, относятся флювиальные, гравитационно-склоновые и криогенные. В последнее время на исследуемой территории кроме традиционного животноводства развивается горнодобывающая промышленность. В Окинской котловине возведен горно-обогатительный комбинат по переработке золотосодержащих руд месторождения «Коневинское», которое сейчас находится на консервации. Возможное будущее возобновление его работы может представлять экологическую опасность из-за воздействия таких флювиальных процессов, как русловая эрозия и аккумуляция селевых потоков и паводков. Эти же процессы представляют главную опасность и для функционирования других природно-антропогенных комплексов региона.

Список литературы

1. Уфимцев Г.Ф. Горы Земли (климатические типы и феномены новейшего орогенеза) / Г.Ф. Уфимцев. – М.: Научный мир, 2008. – 352 с.

2. Возраст формирования и деструкции мезозойско-кайнозойской поверхности выравнивания в Восточном Саяне / А.В. Аржанникова [и др.] // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54, № 7. – С. 894–905.

3. Ташак В.И. Исследование пещеры Горомэ на Окинском плато / В.И. Ташак, Д.В. Кобылкин // Вестник Бурят. науч. центра СО РАН. – 2015. – № 4 (20). – С. 11–19.

4. Геохронология и геодинамика позднего кайнозоя (Южная Сибирь – Южная и Восточная Азия) / С.В. Рассказов [и др.]. – Новосибирск: Наука, 2000. – 288 с.

5. Ананьев Г.С. Динамическая геоморфология. Формирование вершинных поверхностей: учеб. для вузов / Г.С. Ананьев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1976. – 173 с.

6. Выркин В.Б. Современные экзогенные процессы рельефообразования: картографирование, анализ структур, районирование / В.Б. Выркин // География и природные ресурсы. – 2008. – № 4. – С. 123–129.

7. Выркин В.Б., Опекунова М.Ю. Особенности строения речных долин на территории Окинского плоскогорья / В.Б. Выркин, М.Ю. Опекунова // География и природные ресурсы. – 2015. – № 2. – С. 106–113.

References

1. Ufimcev G.F. Gory Zemli (klimaticheskie tipy i fenomeny novejshego orogeneza) / G.F. Ufimcev. M.: Nauchnyj mir, 2008. 352 p.

2. Vozrast formirovanija i destrukcii mezozojsko-kajnozojskoj poverhnosti vyravnivanija v Vostochnom Sajane / A.V. Arzhannikova [i dr.] // Geologija i geofizika. 2013. T. 54, no. 7. pp. 894–905.

3. Tashak V.I. Issledovanie peshhery Goromje na Okinskom plato / V.I. Tashak, D.V. Kobylkin // Vestnik Burjat. nauch. centra SO RAN. 2015. no. 4 (20). pp. 11–19.

4. Geohronologija i geodinamika pozdnego kajnozoja (Juzhnaja Sibir Juzhnaja i Vostochnaja Azija) / S.V. Rasskazov [i dr.]. Novosibirsk: Nauka, 2000. 288 p.

5. Ananev G.S. Dinamicheskaja geomorfologija. Formirovanie vershinnyh poverhnostej: ucheb. dlja vuzov / G.S. Ananev. M.: Izd-vo Mosk. un-ta, 1976. 173 p.

6. Vyrkin V.B. Sovremennye jekzogennye processy relefoobrazovanija: kartografirovanie, analiz struktur, rajonirovanie / V.B. Vyrkin // Geografija i prirodnye resursy. 2008. no. 4. pp. 123–129.

7. Vyrkin V.B., Opekunova M.Ju. Osobennosti stroenija rechnyh dolin na territorii Okinskogo ploskogorja / V.B. Vyrkin, M.Ju. Opekunova // Geografija i prirodnye resursy. 2015. no. 2. pp. 106–113.