

К ВОПРОСУ О ПОЛИСТРУКТУРНОСТИ ЛАНДШАФТНОГО ПРОСТРАНСТВА

Иванов А. Н.,

МГУ им. М.В. Ломоносова, географический факультет, г. Москва

Аннотация. Обсуждается понятие полиструктурности ландшафтного пространства. Объект исследований – остров Матуа с активным вулканом, отсутствием поверхностного стока и широким развитием селевых и лавинных комплексов. Разработана ландшафтная карта, основанная на структурно-генетических принципах, внутри островного ландшафта выделены три географические местности. Предложена модель нуклеарной системы с ядром в виде кратера вулкана, по степени влияния вулкана на природные комплексы выделены три зоны. В составе парадинамических геосистем, связанных однонаправленными потоками вещества и энергии, выделены и проанализированы селевые и лавинные геосистемы. Количественно оценены вещественные потоки, генерируемые вулканом, лавинами и селями. Установлено, что в современный период именно вулкан является основным системообразующим фактором для большинства природных комплексов острова. Сделан вывод о том, что полиструктурность ландшафтного пространства отчетливо проявляется в пределах острова и связана с формированием на одной территории разных типов геосистем, выделение которых основано на разных физических принципах.

Ключевые слова: *остров, вулкан, ландшафт, нуклеарная система, лавины, сели, полиструктурная организация.*

TO THE QUESTION OF POLYSTRUCTURAL ORGANISATION OF LANDSCAPE SPACE

Ivanov A. N.,

Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography

Abstract. The concept of polystructurality of landscape space is discussed. The object of research is the island of Matua with an active volcano, lack of surface run-off and widespread development of debris-flow and avalanche complexes. A landscape map of the island's territory is presented, based on structural and genetic principles; three geographic areas are identified within the island landscape. A model of a nuclear system with a core in the form of a volcano crater has been developed; three zones have been identified according to the degree of the volcano's influence on natural complexes. Debris-flow and avalanche geosystems have been identified and analyzed as part of paradynamic geosystems connected by unidirectional flows of matter and energy. It has been established that in the modern period it is the volcano that is the main system-forming factor for most of the natural complexes of the island. It is concluded that the polystructural nature of the landscape space is clearly manifested within the island and is associated with the formation of different types of geosystems on the same territory, the identification of which is based on different physical principles.

Key words: *island, volcano, landscape, nuclear system, snow avalanches, debris flows, polystructural organization.*

Введение.

Идея полиструктурности ландшафтного пространства в отечественной географии впервые была высказана в 1970-х гг. На примере Латвии К.Г. Раман проанализировал особенности местных ландшафтов и высказал оригинальную мысль о возможности существования на одной территории разных типов ландшафтных структур. Эта идея явилась альтернативой доминировавшей в отечественном ландшафтоведении концепции литогенной

основы как главного фактора формирования ландшафтного пространства и вызвала интерес ряда исследователей. В дальнейшем концепция полиструктурности обсуждалась многими отечественными географами разных ландшафтных школ [3, 12 и др.]. В отечественном ландшафтоведении наиболее известен подход В.Н. Солнцева [11], обосновавшего выделение в ландшафтном пространстве геостационарных, геоциркуляционных и биоциркуляционных структур. В настоящее время понятие полиструктурности является достаточно распространенным, хотя его нельзя считать перешедшим в разряд ландшафтных парадигм. Некоторые известные ландшафтоведы критикуют идею полиструктурности как противоречащую принципу эмерджентности ландшафтных систем. В данной работе понятие полиструктурности анализируется на примере островного ландшафта с действующим вулканом. Вулканические ландшафты ограниченно распространены в России и с ландшафтных позиций изучены явно недостаточно. При этом острова с четкими границами, фиксированной площадью, упрощенными связями представляют удобные модели для решения целого ряда фундаментальных задач пространственно-временной организации геосистем. Цель работы – выявление закономерностей организации ландшафтного пространства на примере островного вулканического ландшафта.

Материалы и методы.

Объект исследования – о. Матуа – расположен в центральной части Курильской островной гряды. В основу работы положены материалы, собранные в ходе двух экспедиций на о. Матуа в 2016–2017 гг. Полевыми исследованиями была охвачена практически вся территория острова. Ландшафтное картографирование и профилирование проводилось в соответствии с принятыми методиками с учетом специфики островных и вулканических ландшафтов [2, 6]. Нуклеарная система острова изучалась через совокупность точек комплексного описания, расположенных на разном удалении от кратера действующего вулкана, всего было описано 62 точки. При изучении парадинамических селевых и лавинных геосистем, наряду с полевыми маршрутами, использовались расчетные методы. Для этого на основе топографической карты и цифровой модели рельефа SRTM были выделены селевые бассейны и рассчитаны их морфометрические характеристики (площадь водосбора, длина русла, средневзвешенный уклон водотока, уклон русла в расчетном створе) [13]. Лавиносоры выделялись на основе цифровой модели рельефа SRTM с разрешением 30 м. Объем максимально возможных лавин рассчитывался с учетом коэффициента сносимости снега в соответствии с формулой [1]: $V = KAh$, где V – объем лавины, A – площадь зоны зарождения, h – высота снежного покрова в зоне зарождения, K – обобщенный коэффициент сносимости снега, определяемый при расчете максимального объема из соотношения $K = (h - 0,3)/h$. Средняя мощность снежного покрова по данным Росгидромета и результатам полевых наблюдений была принята равной 2 м [7].

Результаты и обсуждение.

Структурно-генетический подход основан на выделении природных территориальных комплексов (ПТК), обособление которых обусловлено морфолитогенной основой. В геосистемной иерархии о. Матуа представляет ПТК ранга ландшафт, внутри которого выделяется три местности – современного вулкана Пик Сарычева, вулканических построек древнего вулкана Матуа и морских террас [6]. Местность вулкана Пик Сарычева сформирована вокруг одноименного стратовулкана и занимает около половины острова. В структуре местности абсолютно преобладают неполные ПТК без почвенно-растительного комплекса, представленные лавовыми потоками и пирокластическими отложениями. В нижней части местности почвенный покров отсутствует, но в растительном покрове начинают появляться растения-пионеры.

Местность вулканических построек древнего вулкана Матуа наиболее разнообразна по морфологической структуре. Литогенную основу доминантных урочищ образуют фрагменты разновозрастных вулканических плато, крутые склоны кальдеры древнего вулкана, отложения лавовых и пирокластических потоков более молодых извержений. На большей части местности преобладают густые заросли ольховника, сочетающиеся с участками горных

тундр и луговыми полянами. Характерно, что под разными типами растительных сообществ формируются морфологически сходные органо-аккумулятивные грубогумусовые почвы, различия проявляются лишь на уровне растительных остатков, формирующих верхние органогенные горизонты.

Местность морских террас локализована в юго-восточной части острова и состоит из нескольких групп урочищ – низких (до 20 м), средних (до 30 м) и высоких (до 60–70 м) террас. Значительная часть террас высокого уровня, прилегающих к фронтальным уступам древних лавовых потоков, перекрыта конусами выноса древних и современных отложений лахаров. В растительном покрове преобладают заросли ольховника, луга и луговые тундры.

Нуклеарная система острова. О. Матуа представляет классический образец нуклеарной системы, где ядром является активный вулкан. Предполагается, что в основе острова лежит древний вулкан Матуа. На рубеже плейстоцена и голоцена произошло сильное кальдерообразующее извержение, и внутри кальдеры образовался вулкан Пра-Сарычев, проявлявший активность в течение всего голоцена. Современный вулкан Пик Сарычева – молодой (его возраст оценивается в 450–500 лет) и очень активный. Только в XX в. было отмечено восемь или девять извержений разной силы, еще два извержения имели место в XXI в., причем извержение 2009 г. было достаточно сильным (VEI=3). В современный этап развития вулкана его извержения имеют преимущественно эксплозивный характер с преобладанием пирокластических отложений андезитобазальтов.

На современном этапе выделяется шесть основных составляющих воздействия вулкана на островной ландшафт – лавовые и пирокластические потоки, пирокластические волны, лахары, выпадение тефры, газовые эмиссии [7]. По степени влияния вулкана на природные геосистемы выделено три зоны. Границы между зонами проведены по качественным изменениям влияния вулкана: рубеж между зонами I и II проходит по границе сплошного распространения пирокластических потоков и отложений, между зонами II и III – по границе распространения пирокластических волн [5]. Подзоны выделены по соотношению основных составляющих воздействия вулкана.

В зоне сильного влияния (зона I) происходит полное изменение литогенной основы. Влияние вулкана абсолютно доминирует над зональными факторами. Характер развития геосистем здесь можно определить как импульсный по схеме «катастрофическая смена – восстановление – катастрофическая смена» с периодом в первые десятки лет. В ландшафтной структуре преобладают вулканические пустыни.

В зоне среднего влияния (зона II) на литогенную основу оказывают влияние отдельные языки пирокластических потоков во время сильных извержений, выпадение тефры и транзит лахаров по долинообразным понижениям. Пирокластические волны могут уничтожить растительный покров, но без изменения литогенной основы. Вулканизм по-прежнему доминирует над зональными факторами, однако если имеются продолжительные перерывы между извержениями, восстановление геосистем может дойти до зонально-островного типа растительного покрова (ольховники, луга, тундры). Почвы слаборазвиты, обычно сформирован только верхний маломощный органогенный горизонт, который сменяется гравелисто-щебнистой тефрой.

В зоне умеренного влияния (зона III) изменение литогенной основы происходит за счет выпадения тефры во время сильных извержений и аккумуляции конусов выноса лахаров. Характер развития можно определить как импульсно-эволюционный, при котором влияние вулкана и зональные факторы имеют примерно одинаковый вес. Зонально-островная растительность преобладает, в почвенном покрове формируются органо-аккумулятивные грубогумусовые почвы.

Ход развития абсолютного большинства природных комплексов на острове определяется вулканом Пик Сарычева, зона влияния которого охватывает весь остров и прилегающую акваторию. Одним из природных объектов на острове, который помогает восстановить ход развития геосистем в зоне влияния вулкана, является почвенно-пирокластический чехол, который можно анализировать и как продукт вулканизма, и с точки

зрения почвообразования. Почвенный профиль на острове является полигенетическим, в средней части почвенного разреза вскрываются почвы, морфологически близкие к подбурам, которые можно считать зонально-островными, соответствующими климатическим условиям и растительности. Однако в верхней части разреза эти палеопочвы перекрыты современными, относящимися к отделу органо-аккумулятивных (преимущественно грубогумусовых). Современные почвы о. Матуа не успевают сформироваться до стадии подбуров, этому препятствует сверхактивный вулкан Пик Сарычева, который перманентно прерывает процессы почвообразования, перекрывая почвенные горизонты все новыми порциями тефры. В то же время в нижней части разреза вскрываются почвы, морфологически близкие к вулканическим охристым, характерным для Камчатки. По всей видимости, эти почвы формировались в совсем других природно-климатических условиях.

Парадинамические геосистемы. Другим типом геосистем (ГС), обычно выделяемым при анализе полиструктурности ландшафтного пространства, являются парадинамические ГС, обособление которых связано с латеральными вещественно-энергетическими потоками. В подавляющем большинстве случаев в качестве подобных образований рассматриваются бассейновые ландшафтно-гидрологические геосистемы. Однако на о. Матуа поверхностный сток отсутствует, несмотря на 1278 мм годовой суммы осадков: практически все осадки фильтруются через рыхлые пирокластические отложения. Вместе с тем большое значение приобретают селевые и лавинные геосистемы.

Селевые геосистемы получили весьма широкое развитие на острове, чему способствуют климатические и геолого-геоморфологические особенности о. Матуа. Селевые потоки формируются главным образом в результате выпадения интенсивных ливней. В весенний период и в периоды глубоких длительных оттепелей возможно формирование водоснежных потоков. Наличие вулканической деятельности обуславливает также образование специфического типа селей – лахаров. Их образование связано с извержением вулканов в зимне-весенний период, когда склоны вулкана покрыты глубоким снежным покровом. По соотношению водной и твердой составляющих селевые потоки относятся к грязекаменным. Преобладающим механизмом формирования является сдвигово-эрозионный. Всего на о. Матуа отмечено 15 морфологически выраженных селевых бассейнов. Среди них выделяется селевой бассейн «Большой лахар», где максимальный расход селевого потока 1% обеспеченности достигает почти 700 м³/сек, а общий объем селевого потока 1% обеспеченности (совместно твердая и жидкая фазы) – 425,5 тыс. м³. На основе расчетов, проведенных в соответствии с инструкцией ВСН 03-1976 [9], по 15 бассейнам суммарный объем селевых потоков 1% обеспеченности (совместно твердая и жидкая фазы) получился равным 1,62 млн м³[13].

Основными факторами лавинообразования на о. Матуа являются длительная и многоснежная зима с метелями и оттепелями, а также значительное эрозионное расчленение. Сходы лавин наиболее часты в декабре–феврале. В основном это лавины из мокрого метелевого сложно стратифицированного снега. Лавиноопасные участки о. Матуа делятся на три типа: а) вулканический конус Пик Сарычева с густой сетью мощных и среднемощных лавин. Режим схода – зимне-весенний. Преобладают лавины, связанные с обильными снегопадами, метелями и зимними оттепелями. б) средневысотный (до 1000–1100 м) вулканический горный рельеф. Высота снежного покрова здесь достигает 4 м и более в отрицательных формах рельефа. Характерна густая сеть мощных лотковых лавин и осовов. Режим схода лавин – зимне-весенний. Преобладают лавины, связанные с метелями, обильными снегопадами, зимними оттепелями и обрушением снежных карнизов. в) абразионные морские берега. Распространены снежные осовы — разновидность лавин, возникающих при отрыве и скольжении снежных масс на ровном склоне, не изрезанном отрицательными формами рельефа. Образование снежных осовов в прибрежной зоне на участках с отмершими клифами может происходить в течение зимы несколько раз и связано в основном с метелями [7]. Всего на о. Матуа выделено 33 лавиносбора. Максимальные объемы лавин обеспеченностью 2% в разных лавиносборах варьируют от 2,16 млн м³ до 34

тыс. м³. Суммарная оценка по всем 33 лавиносборам дала результат 21,2 млн м³ (в расчеты не вошли осовы на береговых уступах).

Сведения об объемах лавовых и пирокластических отложений и методика расчетов взяты из работы [4]. Объем двух лавовых потоков, образовавшихся при извержении 2009 г., составил около 10 млн м³ и подтвердился нашими полевыми исследованиями. Объем пирокластических отложений оценить сложнее, в литературе имеющиеся оценки расходятся в два раза, с учетом наших полевых исследований для объема извергнутой тефры была принята нижняя оценка в 200 млн м³.

Таким образом, объем пирокластических отложений на порядок превосходит остальные вещественные потоки, что подтверждает ведущую роль вулкана Сарычева как главного ландшафтообразующего фактора для абсолютного большинства природных комплексов острова. Излияния лав на современном этапе развития вулкана имеют подчиненное значение. Влияние лавинных систем на другие природные комплексы незначительно, несмотря на сравнительно большие объемы лавин. Относительно небольшой объем селевых потоков при расчетах обусловлен тем, что для анализа использовались показатели только для селей дождевого происхождения, для лахаров цифра, вероятно, будет на порядок выше, и их воздействие на природные комплексы острова значительно сильнее.

Подводя итог, необходимо отметить, что объективно в природе существует остров Матуа. Представленные модели отражают разные грани природы этого острова. Для решения тех или иных задач удобны или информативны разные модели. Однако принципиальным обстоятельством является то, что все они имеют разную физическую основу. Традиционная ландшафтная карта, основанная на структурно-генетических принципах, где ведущим фактором выступает литогенная основа, понятна всем ландшафтоведам, позволяет провести качественный и количественный анализ ландшафтной структуры, использовать сравнительно-географический метод, сравнивая разные ландшафты между собой. Модель нуклеарной системы удобна для иллюстрации особенностей развития природных комплексов в зависимости от главного системообразующего фактора – воздействия вулкана. Модели селевых и лавинных геосистем позволяют провести количественную оценку вещественных потоков и оценить распространение опасных природных явлений.

Представленные модели не исчерпывают всего разнообразия геосистем, формирующихся в ландшафтном пространстве. А.Ю. Ретеюм [10] выделил 15 разновидностей природных систем (геоитов 4 порядка), которые могут формироваться под влиянием разных факторов вблизи земной поверхности. Примером другого типа геосистем является орнитогенная геосистема острова-сателлита Топорковый, расположенного в 1 км от о. Матуа. На острове имеется крупная многовековая колония морских птиц численностью около 150 тыс. особей. При отсутствии наземных хищников и человека гнездовья морских колониальных птиц (в основном это глупыши, топорки и тихоокеанские чайки) полностью занимают береговые склоны, а через геохимический прессинг оказывают влияние на вершинную поверхность острова и выступают системообразующим фактором в структурно-функциональной организации островной геосистемы в целом, изменяя практически все природные компоненты и межкомпонентные отношения (на острове сформирован особый орнитогенный микрорельеф и состав верхней части отложений, почвенно-растительный покров, специфический химический состав поверхностных и грунтовых вод, своеобразный биогеохимический круговорот и т. п.) [8].

Заключение.

Под полиструктурностью ландшафтного пространства понимается возможность существования одновременно на участке земной поверхности разных типов геосистем, в основу выделения которых положены разные физические принципы. На о. Матуа выделяется несколько природных объектов, попадающих под определение геосистемы как пространственно-временной системы природных компонентов, взаимообусловленных в своем размещении и развивающихся как единое целое. Специфика островного

вулканического ландшафта – наличие ядра в виде активного вулкана и отсутствие бассейновых геосистем в связи с небольшими размерами острова и отсутствием поверхностного стока. Вместе с тем в этих условиях большое значение приобретают селевые и лавинные геосистемы, объемы связанных с ними вещественных потоков достигают десятков миллионов кубических метров. Однако ведущую роль на современном этапе развития островного ландшафта играет вулкан Пик Сарычева и генерируемые им пирокластические отложения, объем которых (сотни миллионов кубических метров) на порядок превосходит другие структурообразующие вещественные потоки.

Список литературы.

1. Божинский А.Н., Лосев К.С. Основы лавиноведения. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 280с.
2. Ганзей К.С. Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2010. 214 с.
3. Ганзей К.С. Полиструктурность и полигенетичность островных геосистем // Тихоокеанская география. 2020. № 1. С. 21–29.
4. Гришин С.Ю., Гирина О.А., Верещага Е.М., Витер И.В. Мощное извержение вулкана Пик Сарычева (Курильские острова, 2009 г.) и его воздействие на растительный покров // Вестник ДВО РАН. 2010. № 3. С. 40–50.
5. Дегтерев А.В. История эруптивной деятельности вулкана пик Сарычева в голоцене (о. Матуа, Центральные Курильские острова): автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Владивосток, 2013. 27 с.
6. Иванов А.Н. Особенности ландшафтной структуры острова Матуа (Центральные Курилы) // Известия Русск. Геогр. общества. 2017. Т. 149. № 5. С. 26–35.
7. Иванов А.Н., Беляев Ю.Р., Дегтерёв А.В. и др. Опасные природные процессы на острове Матуа (Центральные Курилы) // Геориск. 2017. № 4. С. 28–38.
8. Иванов А.Н., Авессаломова И.А. Ландшафтно-геохимические особенности орнитогенных геосистем Ямских островов (Охотское море) // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. Геогр. 2008. № 2. С. 35–42.
9. Инструкция по определению расчетных характеристик дождевых селей ВСН 03-76. Л.: Гидрометеиздат, 1976. 30 с.
10. Ретеюм А.Ю. О факторах и формах упорядоченности пространства оболочки Земли // Вопросы географии. Сб. 104. Системные исследования природы. М.: Мысль, 1977. С. 84–94.
11. Солнцев В.Н. Структурное ландшафтоведение: основы концепции // Структура, функционирование, эволюция природных и антропогенных ландшафтов. Тез. X Ландш. конф-ции. М.-Спб., 1997. С. 11–14.
12. Сысуев В. В. Полиструктурная организация ландшафта: геофизический анализ синергетики геосистем // Тихоокеанская география. 2020. №4. С. 5-13.
13. Хисматуллин Т.И., Шныпарков А.Л. Селевые потоки на острове Матуа // Водные проблемы. 2019. Т. 1. № 1. С. 7-18.