

5. Методика событийной стратиграфии в обосновании корреляции региональных стратонов на примере нижнего ордовика Северо-Запада России / А.В. Дронов, Т.Н. Корень, Л.Е. Попов, Т.Ю. Толмачева; Мин-во природн. ресурсов РФ, ВСЕГЕИ. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 1998. 88 с.
6. Пылма Л. Сравнительная литология карбонатных пород ордовика северной и средней Прибалтики. Таллинн: Валгус, 1982. 146 с.
7. Рожнов С.В. Эволюционные и эколого-биогеографические особенности развития сообществ иглокожих в восточной части Балтийского ордовикского бассейна // Проблемы биохронологии в палеонтологии и геологии: Тез. докл. XLVIII сессии палеонтологического о-ва, 8 – 12 апреля 2002 г. СПб., 2002. С. 121 – 122.
8. Leslie S.A., Goldman D., Repetski J.E., Maletz J. Sea-level control on the concentration of Ordovician conodonts from deep-water siliciclastic settings // Pander International Conodont Symposium. Leicester. Abstract Volume. 2006. P. 53
9. Nielsen A.N. Ecostratigraphy and the recognition of Arenigian (Early Ordovician) sea-level changes // Global Perspectives on Ordovician Geology. Balkema, Rotterdam, 1992. P. 355 – 366.
10. Tolmacheva T., Egerquist E., Meidla T., Tinn O., Holmer L. Faunal composition and dynamics in unconsolidated sediments: a case study from the Middle Ordovician of the East Baltic // Geol. Mag. 140 (1), 2003, P. 31 – 44.

ДИНАМИКА МАССОПЕРЕНОСА НА ВОСТОЧНОМ СКЛОНЕ ЮЖНОГО УРАЛА

Селезенева Наталья Николаевна

Геологический ф-т МГУ, Москва, nata_selezeneva@mail.ru

Представленная работа обобщает результаты исследования динамики современных денудационных и аккумулятивных процессов в одном из районов Восточного склона Южного Урала, а именно на территории листа N-40-XXXVI, где проводились геолого-съёмочные работы Уральской партии геологического факультета МГУ. Изученная площадь расположена в восточной части дренажного бассейна реки Урал, на территории Магнитогорского и Восточно-Уральского мегаблоков, и в геоморфологическом отношении включает низкогорье, холмистые и пологие степные равнины.

Изучение динамики современного массопереноса имеет целью оценку интенсивности и объема склонового и канального сноса материала, определение параметров, контролирующих этот снос, определение ареалов аккумуляции сносимого материала, интенсивности аккумуляционных процессов, определение

баланса привноса – выноса материала в каждой дренажной ячейке и во всей дренажной системе в целом. Исследования динамики массопереноса имеют большую практическую ценность. Понимание того, как, куда и с какой интенсивностью движется материал, дает ключ к решению многих задач. Это, прежде всего, задача экологического прогноза. При локальных загрязнениях территории, которые, к сожалению, имеют место и на изучаемой территории, такой подход может позволить прогнозировать направление миграции, расползания загрязняющих компонентов, и возможные области их консервации. Очень важны для района исследования, который является районом интенсивной сельскохозяйственной деятельности, мониторинг и прогноз дефляции и эрозии почв. С другой стороны, сельское хозяйство является одним из мощных источников загрязнения природных вод, а огромные площади изучаемой территории покрыты пашней. С сельскохозяйственных угодий, расположенных на водосборной площади, в долины выносятся загрязняющие вещества, поэтому важно оценить, с какой интенсивностью они будут поступать в речную систему и транспортироваться по ней. Эти же методы можно использовать и для прогноза распределения шлейфов выноса полезных компонентов из коренных месторождений и мест возможной аккумуляции россыпей. Применение методов и результатов данных исследований может быть полезно для решения собственно геологических задач, например для интерпретации результатов палинологических исследований. Спорово-пыльцевые датировки четвертичных разрезов основаны на выделении палинологических спектров, имеющих различные климатические характеристики. Но разрезы, в которых при палинологическом анализе обнаруживается чередование разнородных спектров, могут свидетельствовать не о чередовании эпох с различными климатическими условиями, а просто о совмещении в разрезах осадков из областей с различным климатическим режимом, например низкогорья и степей. Модели массопереноса могут выявить зоны перекрытия аккумулятивных комплексов, вынесенных из районов с разными ландшафтными и климатическими характеристиками, и корректировать, таким образом, палинологические датировки осадочных толщ.

Цель работы заключалась в оценке динамики массопереноса на территории листа N-40-XXXVI.

В соответствии с поставленной целью решались следующие задачи:

- Изучение строения палеозойского фундамента территории, породы которого, главным образом, и подвергаются выветриванию и последующему переносу.
- Детальное изучение пород рыхлого чехла территории, как результата переноса и аккумуляции подвижных поверхностных масс.

- Изучение геоморфологии района, в том числе выявления путей и каналов миграции поверхностных компонентов и интенсивности их образования.
- Создание аналитических моделей эрозии - транспорта – аккумуляции материала.
- Анализ моделей и получение выводов о массопереносе.

Для достижения цели проводились различные типы исследований. Полевые исследования включали в себя картировочные маршруты ГДП-200 листа N-40-XXXVI, картирование четвертичных образований, описание опорных обнажений четвертичных образований, специальные геоморфологические исследования, камеральная обработка полученных данных. В результате, были получены новые представления о геологии коренных отложений, четвертичных образований и геоморфологии района, обобщенные в соответствующих картах масштаба 1:200000 и более крупных.

Для создания специальных моделей массопереноса были использованы профессиональные возможности программных пакетов ArcGIS 9 и ArcView 3.2, и, кроме того, была написана программа расчета интенсивности рассеяние и накопления материала в зависимости от гипсометрии территории в среде Borland C++Builder.

Для оценки параметров массопереноса использовались следующие данные: (1) конфигурация и морфология дренажных бассейнов вплоть до дренажных ячеек третьего порядка (по отношению к реке Урал); (2) оценка интенсивности и направления сноса в каждой из них; (3) баланс между аккумуляцией и выносом в каждой дренажной системе.

Для получения этих данных, которые являются ключевыми для оценки динамики массопереноса на изучаемой территории, мы применили следующую последовательность действий:

- Для каждой точки рельефа определить направление, куда будет сноситься материал.
- Разбить территорию на отдельные дренажные ячейки по долинам основных ручьев и рек района, и для каждого водосбора:
 1. Определить площадь водосбора, так как от нее зависит масса сноса;
 2. Определить крутизну склона, поскольку от нее зависит интенсивность сноса;
 3. Рассмотреть тип покрытия, от которого зависит скорость сноса;
 4. Проанализировать интенсивность сноса в отдельную дренажную ячейку в зависимости от ее площади, угла склона и типа покрытия;

5. Определить водность рек, и в связи с этим, оценить, с какой интенсивностью происходит вынос;
 6. Оценить мощность аккумулятивного чехла;
 7. Оценить баланс между сносом и выносом.
- Оценить массоперенос на всей изучаемой территории на основе аналитической модели, геологических и геоморфологических особенностей территории.

Качественная визуализация процессов сноса материала показана с помощью программы «MassTransfer», написанной одним из авторов сообщения на языке C++. В основе программы лежит представление о диффузионном характере поверхностного массопереноса. Процесс диффузии описывается следующим уравнением:

$$\partial z / \partial t = k * (\partial^2 z / \partial x^2),$$

где z – изменение абсолютных отметок рельефа, t – время, за которое происходит это изменение рельефа, k – коэффициент, измеряемый в $\text{м}^2/\text{год}$, зависящий от многих факторов, таких как, свойства материала, структура ландшафтов, климат [2].

Из вида уравнения видно, что скорость сноса материала и выполаживание поверхности определяется второй производной по x . Геометрический смысл второй производной – кривизна графика функции, следовательно, скорость сноса материала зависит от крутизны склона, и, чем круче склон, тем быстрее будет происходить массоперенос.

Мы смоделировали интенсивности массопереноса и коррелятные им изменения рельефа на трех реальных профилях, протягивающихся через всю территорию съемочного листа и пересекающих все главные морфологические элементы района: 1) от г. Чека и до Андрианопольской депрессии; 2) широтный профиль через Каменскую депрессию и 3) широтный профиль через Бахтыбайскую депрессию.

Для этого в геоинформационной системе ArcView 3.2 был создан проект, содержащий карту с изолиниями рельефа. С помощью специального модуля Profile021.avx были нарисованы профили, к которым были получены атрибутивные таблицы со значениями высот и расстояниями между ними. Атрибутивные таблицы записывались, как текстовый файл, который затем использовался в программе.

1. Также для выполнения задачи был сделан GIS проект в пакете ArcGIS 9, в который входят следующие слои:
 - Общие карты территории;
 - Геологическая карта.
 - Карта четвертичных отложений.
 - Геоморфологическая карта.

2. Карты, созданные специально для решения поставленной задачи:

- Карта водосборных бассейнов (дренажных ячеей) для потоков до третьего порядка включительно.
- Карта, показывающая для каждой точки рельефа направление, куда будет сноситься материал.
- Карта углов склонов.

Для оценки влияния на интенсивность сноса типов ландшафтных покрытий, вся территория была разделена на поверхности следующих типов: пашня (происходит наиболее сильный снос материала), луг (меньший снос) и лес (наименьший снос). Выделение типов покрытия производилось по результатам дешифрированию высотных снимков высокого разрешения изучаемой территории. Гидрологические характеристики центральных каналов выноса дренажных ячеей, контролирующие транспорт перемещаемого материала, были классифицированы по трем категориям, и их долины поделены на водные, полуводные и неводные [1].

Анализ полученных комплексных данных привел нас к следующим выводам:

1. На изученной территории выделено 17 дренажных ячеек, охватывающих основные притоки р. Урал до третьего порядка включительно. Для каждой точки дренажной системы было определено направление сноса материала. В целом, оно соответствует конфигурации локальных дренажных ячеек.
2. Наибольшей площадью сноса обладают дренажные ячейки рек Б. Караганка (632.4 км²), М. Караганка (425.3 км²), Бахтыбай (558.7 км²) и Суундук (611.4 км²).
3. Была определена крутизна склонов. Наибольшая крутизна склонов характерна для наиболее амплитудного молодого поднятия массива Чека (8-12°) в северо-западной части территории. Вообще на западе и северо-западе территории углы склонов максимальны. Поэтому, наибольшая интенсивность сноса, контролируемого крутизной склона, характерна для склонов долин рек Верхняя, Средняя и Нижняя Гусихи, Урал, Б. Караганка, которые кроме того, лишены лесного покрова и часто распаханы.
4. Максимальный снос, контролируемый типом эродируемой поверхности, происходит в бассейнах рек Чека, Сатубалба, Бахтыбай, Ташла, Крыкла, М. Караганка, где развиты относительно наибольшие площади пахотных земель.
5. Был сделан анализ водности долин. Наибольший вынос материала, контролируемый водностью осевых каналов дренажных ячеек, происходит в долинах рек Урал, Б. Караганка, М. Караганка, Суундук. Практически не происходит вынос или он крайне незначителен в долинах рек Чека, Сатубалба, Нижняя, Средняя и Верхняя Гусихи, Крыкла, Карабутак.

6. Таким образом, можно выделить площади, где процессы аккумуляции преобладают над процессами эрозии. Это бассейны рек Чека, Сатубалба, Крыкла, Верхняя, Средняя и Нижняя Гусихи.
7. В обладающих наибольшей массой сносимого материала бассейнах Караганок, Бахтыбая и Суундука интенсивный снос компенсируется выносом.
8. В целом, на территории дренажной системы Урала процессы аккумуляции преобладают над процессами выноса в ее юго-восточной части. На территории дренажной системы Суундука это явление характерно для северо-западной части дренажной ячейки.
9. Наследованный характер баланса выноса – аккумуляции в дренажных ячейках выражается в определенной корреляции интенсивности современного выноса с мощностью накопленных террасовых образований среднеплейстоценового – голоценового возраста.
10. Программа визуализации развития рельефа на основе диффузионной модели отчетливо показывает, что в отсутствии значительных неотектонических деформации, любой мелко-расчлененный рельеф преобразуется в систему небольшого числа гладких поверхностей и сочленяющих их склонов, и это определенно модифицирует наше понимание механизмов образования поверхностей выравнивания.

Мы отдаем себе отчет, что полученные оценки достаточно приблизительные из-за отсутствия точных данных о количественных характеристиках сноса и их зависимостей от геометрии склона и типа покрытия склонов, кроме того, в представленной модели лишь косвенно учитываются неотектонические движения. Тем не менее, в целом, изложенные результаты можно считать адекватными.

Выражаю благодарность своему научному руководителю Тевелеву Аркадию Вениаминовичу за помощь в создании работы.

Литература:

1. Дербенцева А.М. Эрозия и охрана почв (механическая деградация почв). Владивосток: Изд-во Дальневосточного университета, 2006. 88 с.
2. Tucker G. Process-Response Models of River Basin Evolution. U.S.A.: Department of Civil and Environmental Engineering Massachusetts Institute of Technology, 1998. 23 с.