



Земельные и имущественные отношения

ISSN 2070-9072

Содержание

- 2 Практика регулирования земельно-имущественных отношений
- 3 О работе землеустроительной службы Могилевского облисполкома в 2015 году
- 6 Взаимодействие на результат
- 9 Некоторые подходы к повышению качества и эффективности предоставления услуг в РУП «Могилевское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру»
- 11 Создание расширения ArcGIS для аналитического и графического учета участков, подлежащих нормализации
- 15 Технологические свойства сельскохозяйственных земель как рентообразующий фактор
- 17 От деклараций – к предметному рассмотрению вопросов
- 22 Об опыте автоматизированного проектирования выборочной вертикальной планировки мелиорируемых участков
- 26 О повышении квалификации
- 29 Геодезическое сопровождение археологических работ
- 33 Выкарыстанне метадаў наземнага лазернага сканавання пры трохмерным мадэляванні будынка рэктарата БДУ
- 36 О методике построения и компьютерного дизайна трехмерного картографического изображения
- 41 Использование ГИС-технологий для оценки активности эрозии и денудации рельефа в пределах учебной географической станции БГУ «Западная Березина»
- 45 Создание ГИС города Молодечно и пространственный анализ его территориальной структуры

Ежеквартальный научно-производственный журнал

ЗЕМЛЯ БЕЛАРУСИ

№ 4, 2015 г.

Зарегистрирован в Министерстве информации Республики Беларусь

Регистрационное удостоверение № 632

Включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований в 2015 году, в редакции приказа Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь от 28 сентября 2015 г. № 220

Учредитель:

Республиканское унитарное предприятие
«Проектный институт Белгипрозем»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатной продукции № 1/63
перерегистрировано 1 июля 2014 г.

Распространение: Республика Беларусь, страны СНГ, Латвийская Республика, Литовская Республика, Республика Болгария, Федеративная Республика Германия, Королевство Швеция

Архив научных статей журнала доступен в Научной Электронной Библиотеке (НЭБ) – головном исполнителе проекта по созданию Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Редакционная коллегия:

Н.П. Бобер, А.А. Васильев, А.А. Гаев, В.Г. Гусаков, Е.В. Капчан, Н.В. Клебанович (председатель), Е.Н. Костюкова, П.Г. Лавров, А.В. Литреев, А.С. Мееровский, Ю.М. Обуховский, В.П. Подшивалов, А.С. Помелов, Л.Г. Саяпина, А.А. Филипенко, В.С. Хомич, С.А. Шавров, В.В. Шалыпин, О.С. Шимова

Редакция:

А.С. Помелов (главный редактор),
Л.Н. Леонова (заместитель главного редактора),
Н.П. Бобер, С.В. Дробыш, Г.В. Дудко, Т.Н. Зданович, Г.М. Мороз,
М.Л. Никифорова, И.П. Самсоненко, А.Н. Червань

Адрес редакции:

220108, Минск, ул.Казинца, 86, корп.3, к. 812
тел./факс.: +375 17 3986513, +375 17 3986259
e-mail: info@belzeminfo.by
http://www.belzeminfo.by

Материалы публикуются на русском, белорусском и английском языках. За достоверность информации, опубликованной в рекламных материалах, редакция ответственности не несет. Мнения авторов могут не совпадать с точкой зрения редакции

Перепечатка или тиражирование любым способом оригинальных материалов, опубликованных в настоящем журнале, допускается только с разрешения редакции

Рукописи не возвращаются

На первой странице обложки фотография Виталия Федотова

Подписан в печать 14.12.2015. Зак. № 1644

Государственное предприятие «СтройМедиаПроект»
г. Минск, ул. В.Хоружей, 13/61
Лицензия ЛП № 02330/71 от 23.01.2014

Подписные индексы: 00740 – для индивидуальных подписчиков,
007402 – для ведомственных подписчиков

Тираж 1100 экз. Цена свободная

© «ЗЕМЛЯ БЕЛАРУСИ», 2015 г.



УДК 551.4(476)(043.3)+91:004(043.3)



Евгений КОЗЛОВ,
старший преподаватель кафедры физической географии мира
и образовательных технологий географического факультета БГУ,
кандидат географических наук
Всеволод ГЕНИН,
магистрант географического факультета БГУ
Дмитрий КУРЛОВИЧ,
доцент кафедры почвоведения и земельных информационных
систем географического факультета БГУ,
кандидат географических наук, доцент

Использование ГИС-технологий для оценки активности эрозии и денудации рельефа в пределах учебной географической станции БГУ «Западная Березина»

В статье дается описание оригинальной методики оценки активности эрозии и денудации рельефа, базирующейся на использовании ГИС-технологий. В среде ГИС построены модели гипсометрии полигона учебной географической станции БГУ «Западная Березина» по состоянию на 1909 г. и 1988 г. В результате их растрового ГИС-анализа получены количественные данные о степени активности эрозии и денудации рельефа за 80 лет. Исследованы корреляционные взаимосвязи эрозионных и денудационных процессов с уклоном земной поверхности и пространственной дифференциацией типов элементарных ландшафтов. Определено, что использование данных об уклонах как функции эрозии и денудации за вековой интервал не достаточно правомерно ввиду слабой корреляции данных показателей. Установлено, что эрозия и денудация рельефа в пределах территории исследований происходит в цепи стока, а основное перераспределение выносимого материала на вековых интервалах времени протекает в границах смежных элементарных ландшафтов. Разработанная методика оценки активности эрозии и денудации рельефа в среде ГИС позволяет прогнозировать развитие процессов рельефообразования и рельефа в целом

Введение

Учебная географическая станция Белорусского государственного университета (далее – БГУ) (далее – УГС) расположена в Воложинском районе Минской области в долине р. Западная Березина севернее Саковщинского водохранилища. Основа рельефа территории, предназначенной для проведения полевых практик (площадь учебного полигона – 56 км²), сформирована в сожскую стадию припятского оледенения. Донно-моренные отложения, образованные при продвижении ледника на юг, были фрагментарно перекрыты конечно-моренными образованиями субмеридионального характера. В процессе последующих осцилляций они трансформировались в конечно-моренные напорного генезиса. Участки «мертвого льда» явились причиной образования камовых массивов, а талые ледниковые

воды сформировали долину прорыва шириной 500-800 м, которая была унаследована р. Западная Березина, разделившей конечно-моренный комплекс на Ошмянскую и Минскую возвышенности.

Рельеф, созданный ледником, в значительной степени был трансформирован эрозионно-денудационными процессами в муравинское межледниковье. В поозерское оледенение на данной территории сложились перигляциальные условия. Основными рельефообразующими процессами в этот период служили морозное выветривание, криосолифлюкция, эрозия и денудация. Конечно-моренный рельеф был преобразован в волнистый и увалистый и расчленен эрозионными ложбинами. Значительная глубина вреза последних здесь объясняется активным проявлением в позднеледниковье гляциоизостатических (компенсационных) движе-

ний положительного знака. Под их воздействием произошло понижение базиса эрозии р. Западная Березина и, как следствие, – более глубокий врез долины и оформление в поозерское время ее первой надпойменной террасы, сохранившейся в настоящее время фрагментарно.

В верхнем плейстоцене, а в последующем и в голоцене на территории исследований интенсивно развивались эоловые процессы. В результате их действия сформированы эоловые холмы и гряды. В голоцене окончательно оформились морфологические черты долины р. Западная Березина. Под действием делювиальных, пролювиальных, аллювиальных, коллювиальных, болотных, озерных и техногенных процессов формируется современный облик рельефа УГС.

Целью настоящего исследования явилась оценка активности эрозии и денудации рельефа в пределах

УГС «Западная Березина» за 80 лет с помощью современных ГИС-технологий.

Основная часть

Исходными планово-картографическими материалами для выполнения ГИС-анализа служили изданные в 1909 г. и 1988 г. топографические карты территории УГС [1].

В среде ГИС ArcGIS 10 была осуществлена геопривязка отсканированных и сохраненных в растровом формате топокарт. По ним выполнена оцифровка пространственных геоданных в векторные слои горизонталей, отметок высот, гидросети. С помощью модуля Spatial Analyst (метод интерполяции Topo to Raster) построены гидрологически корректные grid-модели рельефа (рисунки 1 и 2).

Для получения количественной информации о степени активности эрозии и денудации рельефа за исследуемый период было произведено вычитание цифровой модели рельефа (далее – ЦМР) на 1909 г. из ЦМР на 1988 г. с помощью инструмента ArcGIS 10 «Калькулятор растров» (рисунок 3). Результат вычитания был прокоррелирован с помощью инструмента «Статистика набора каналов» с показателем крутизны склонов (рассчитан по ЦМР на основании функции «Уклон» модуля Spatial Analyst ArcGIS 10 [2]), однако была установлена достаточно невысокая их взаимосвязь (коэффициент линейной корреляции между двумя grid-моделями составил лишь 0,06).

Для дальнейшего анализа причин эрозии и денудации в пределах объекта исследований по методике [3], адаптированной к условиям объекта исследований, были выделены типы и подтипы элементарных ландшафтов (таблица). На основании информации об уклонах и глубине залегания грунтовых вод построены карты их пространственной дифференциации в 1909 г. и 1988 г. (рисунки 4 и 5).

Глубины залегания грунтовых вод в 1909 г. и 1988 г. найдены по методу В.П. Философова [4]. Для этого по ЦМР в результате гидрологического ГИС-моделирования в автоматическом режиме были выделены постоянные и временные водотоки (использованы инструменты «Направление стока», «Суммарный сток» и «Идентификация водотоков» модуля Spatial Analyst ГИС ArcGIS, раздел «Гидрология»). С помощью функции «Порядок водотоков» был определен их ранг по методу Хортна-Философова. На основании данного векторного слоя и ЦМР строилась базисная поверхность 3-го порядка, отражающая гидроизогипсы грунтовых вод. Вычитание этой поверхности из ЦМР с помощью функции Spatial Analyst «Калькулятор растров» позволило получить гидроизобаты залегания грунтовых вод.

С использованием корреляционного ГИС-анализа установлено, что величины эрозии и денудации релье-

фа и типы (подтипы) элементарных ландшафтов имеют определенную взаимосвязь (коэффициент линейной корреляции, рассчитанный с помощью инструмента «Статистика набора каналов», составил 0,32), редко достигаемую в сложных и многофакторных природных литосистемах.

На основании функции «Насыпи/выемки» модуля Spatial Analyst ArcGIS 10 были рассчитаны объемы перемещенных масс за 80 лет, как в пределах всего объекта исследований, так и по типам элементарных ландшафтов.

Установлено, что эрозия и денудация рельефа может быть интегрирована с анализом типов элементарных ландшафтов. Отличие элювиальных субгоризонтальных ландшафтов состоит в наибольшей неоднородности перемещения материала и переработки рельефа. За 1909-1988 гг. общий показатель наработки рельефа в них достиг 3,2 м. Это объяснимо ввиду изменения структуры землепользования, в частности отказа от распашки возвышенных участков, отмирания верхних частей оврагов вокруг молодых лесопосадок. Трансэлювиальные и трансэлювиально-аккумулятивные ландшафты характеризуются транзитным выносом, а изменение рельефа в их пределах достигает от -1,13 м до +1,29 м за исследуемый период. Выносимое вещество отчасти накапливается в трансупераквальных и транс-

Таблица – Критерии выделения типов и подтипов элементарных ландшафтов в пределах учебного полигона УГС «Западная Березина»

Тип элементарного ландшафта	Подтип элементарного ландшафта, его код	Глубина залегания уровня грунтовых вод, м	Уклон земной поверхности, °
Транссубаквальный	1	0	< 2,5
	2		< 2,5
Транссупераквальный	3	0-1,5	2,5-5,0
	4		> 5,0
Трансэлювиально-аккумулятивный	5	1,5-3,0	< 2,5
	6		2,5-5,0
	7		> 5,0
Трансэлювиальный	8	3,0-6,0	< 2,5
	9		2,5-5,0
	10		> 5,0
Элювиальный субгоризонтальный	11	> 6,0	< 2,5
	12		2,5-5,0
	13		> 5,0

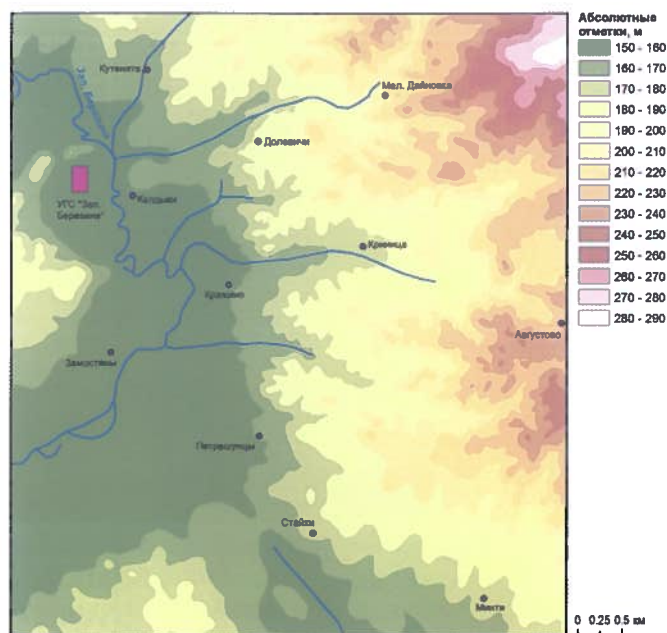


Рисунок 1 – Цифровая модель рельефа учебного полигона УГС «Западная Березина» по состоянию на 1909 г.

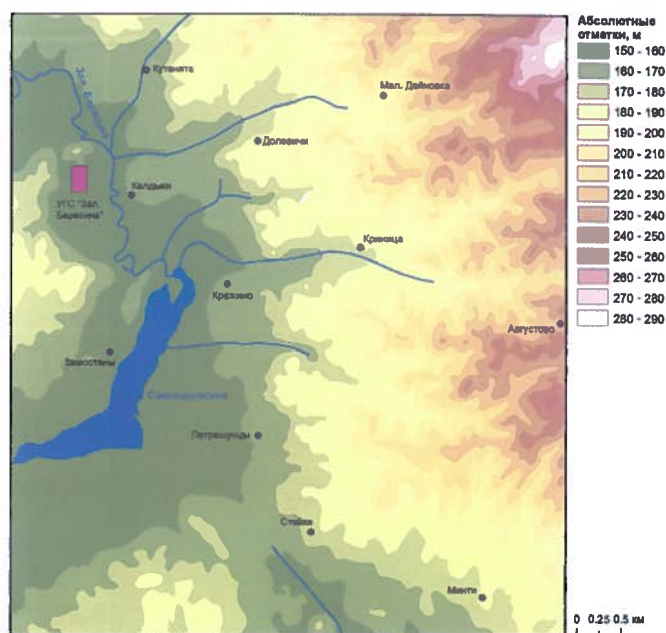


Рисунок 2 – Цифровая модель рельефа учебного полигона УГС «Западная Березина» по состоянию на 1988 г.

субаквальных ландшафтах. В целом по участку УГС «Западная Березина» баланс вещества отрицательный. Эрозионное перемещение масс составило $0,12 \text{ км}^3$, в том числе чистый вынос с участка $0,8 \text{ км}^3$, из которых 75 % вынесено с элювиальных субгоризонтальных ландшафтов. Там достигнуты максимальные величины перемещения материала, в первую очередь – на бортах эрозионных форм, поскольку лишь 17 % перемещенного материала восполняется внутренним перераспределением. Доля поступающего материала в баланс вещества для элементарных ландшафтов нижележащих ступеней рельефа составила от 23 до 42 %, то есть отчасти компенсировала вынос. Наиболее значительно – в трансэлювиальном ландшафте, где она в 4,6 раза превысила внутреннее перераспределение вещества (в трансэлювиально-аккумулятивном – 36 %, а в транссубаквальном и транссупераквальном ландшафтах она достигала 66 %). Слабое накопление вещества (17 %) в пределах наиболее низкого звена стока в пределах участка объясняется интенсивным меандрированием водоприемника – р. Западная Березина и, соответственно, переработкой транссупераквальных и транссубаквальных ландшафтов.

Параллельно подтверждена устойчивая средняя коррелятивная зависимость уровня грунтовых вод от уклонов местности (0,48). Эта известная закономерность не проявилась в зависимости интенсивности эрозионного вреза от уклонов местности (0,06), что можно объяснить активным перераспределением вещества внутри и между соседствующими элементарными ландшафтами.

Заключение

Таким образом, проведенный ГИС-анализ показал, что эрозия и денудация рельефа в условиях достаточно-го увлажнения и относительной гетерогенности грунтов происходит в цепи стока, а основное перераспределение выносимого материала на вековых интервалах времени протекает в границах смежных элементарных ландшаф-

тов. При этом транзитные ландшафты оказываются наименее подверженными переработке рельефа, то есть их геоморфология наиболее устойчива.

В результате настоящих исследований также было установлено, что использование данных об уклонах земной поверхности как функции эрозионного расчленения за вековой интервал не достаточно правомерно, поскольку этот морфометрический показатель не в полной мере отражает характер протекания данного процесса рельефообразования.

Следует также отметить, что разработанная методика ГИС-анализа может быть использована для прогнози-

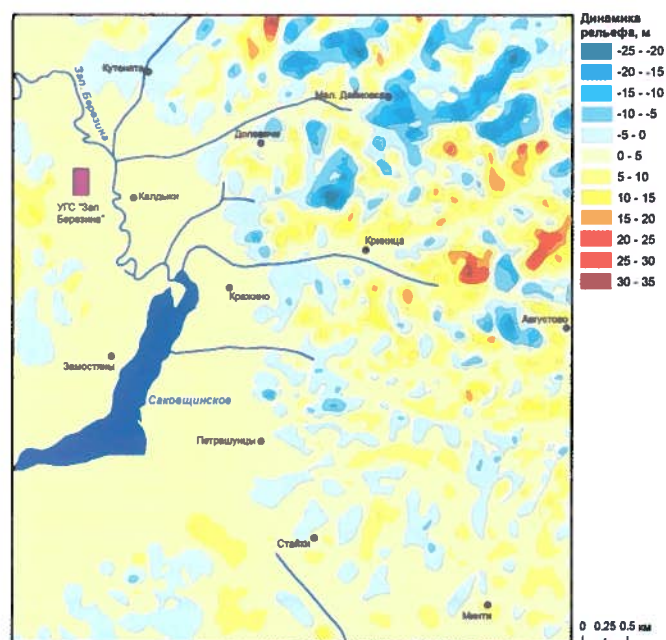


Рисунок 3 – Активность эрозии и денудации рельефа в пределах учебного полигона УГС «Западная Березина» за период с 1909 по 1988 гг.

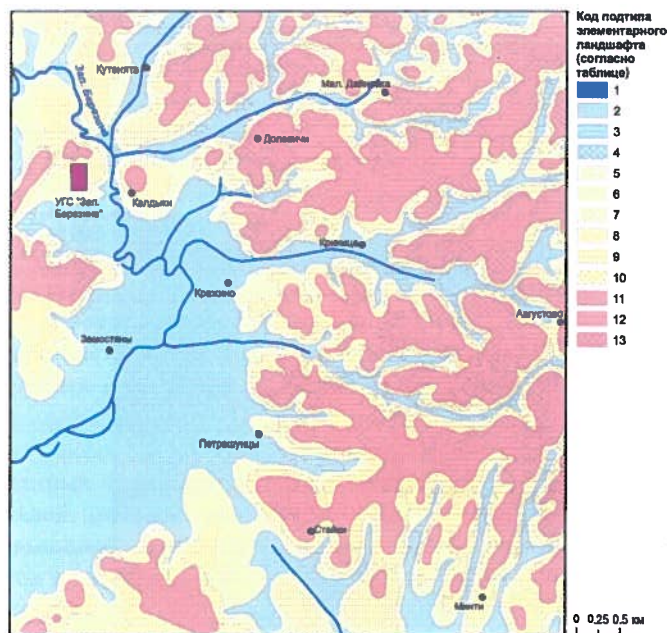


Рисунок 4 – Подтипы элементарных ландшафтов в пределах учебного полигона УГС «Западная Березина» по состоянию на 1909 г.

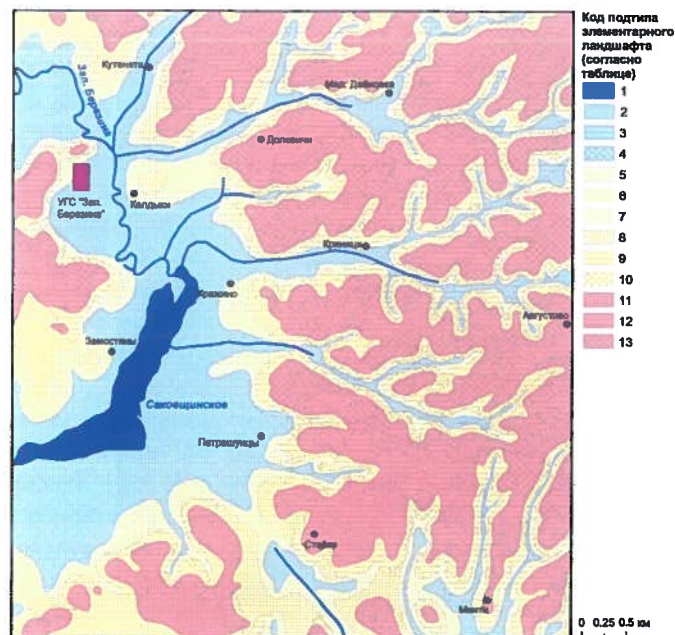


Рисунок 5 – Подтипы элементарных ландшафтов в пределах учебного полигона УГС «Западная Березина» по состоянию на 1988 г.

вания развития эрозионных и денудационных процессов.

В качестве основных результатов исследований можно выделить следующие.

1. Разработана и апробирована для территории УГС оригинальная методика оценки активности эрозии и денудации рельефа.

2. В среде ГИС построены модели гипсометрии объекта исследований по состоянию на 1909 г. и 1988 г. В результате их растрового ГИС-анализа получены количественные

данные о степени активности эрозии и денудации рельефа за 80 лет.

3. Исследованы корреляционные взаимосвязи эрозионных и денудационных процессов с уклоном земной поверхности и пространственной дифференциацией типов элементарных ландшафтов.

4. Определено, что использование данных об уклонах как функции эрозии и денудации за вековой интервал не достаточно правомерно ввиду слабой корреляции данных показателей.

5. Установлено, что эрозия и денудация рельефа в пределах территории исследований происходит в цепи стока, а основное перераспределение выносимого материала на вековых интервалах времени протекает в границах смежных элементарных ландшафтов.

6. Разработанная методика оценки активности эрозии и денудации рельефа в среде ГИС позволяет осуществлять прогноз развития данных процессов рельефообразования и рельефа в целом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Топографические карты начала-середины 20 века [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://maps.vlasenko.net/historical>. – Дата доступа: 23.11.2015.

2. Генин, В.А. Исследование деградации постледникового рельефа (на примере полигона УГС «Западная Березина») / В.А. Генин, Е.А. Козлов // ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс]: материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь. – Минск: БГУ, 2012. С. 10-16. – Режим доступа: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/7976>.

3. Глазовская, М.А. Методика ландшафтно-геохимических исследований / М.А. Глазовская. – М.: Наука, 1952. – 325 с.

4. Философов, В.П. Основы морфометрического метода поисков тектонических структур / В.П. Философов. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1975. – 232 с.

YA. KAZLOU,
U. GENIN,
D. KURLOVICH

USING OF GIS-TECHNOLOGIES FOR ASSESSMENT OF ACTIVITY OF EROSION AND DENUDATION OF LANDFORMS WITHIN THE WESTERN BEREZINA EDUCATIONAL GEOGRAPHICAL STATION OF THE BELARUSIAN STATE UNIVERSITY

In the article description of an original technique of assessment of activity of erosion and denudation of landforms which is based on using of GIS-technologies is given. In GIS DEMs (1909 and 1988) of the Western Berezina station are constructed. As a result of raster GIS-analysis quantitative data on degree of activity of erosion and denudation of landforms for the period in 80 years are obtained. Correlation interrelations erosion and denudation of landforms with slopes and types of elementary landscapes are investigated. It is defined that use of slopes as functions of erosion and denudation for a century interval not rather rightful in view of weak degree of correlation of these indicators. It is established that erosion and denudation of landforms within the territory of research occurs in the drain chain, and the main relocation of the taken-out material on century intervals of time proceeds in borders of adjacent elementary landscapes. The developed technique of an assessment of activity of erosion and denudation of landforms in GIS allows to carry out a forecast of development of these processes of landforms formation and landforms formation in general.

Поступление в редакцию 1.12.2015