

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 528.946/551.43

**ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА
ЮЖНОЙ ЧАСТИ ЕРГЕНИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ****THE GEOINFORMATION ANALYSIS OF THE RELIEF THE SOUTHERN PART
OF THE ERGENINSKAYA HIGHLAND****А.С. Рулев, доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН****В.Г. Юферев, доктор сельскохозяйственных наук****A.S. Rulev, V.G. Yuferev***ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций
и защитного лесоразведения Российской академии наук»**FSBSI «Federal Scientific Centre of Agroecology, Complex Melioration and Protective Afforestation
of the Russian Academy of Sciences»*

Комплексная оценка состояния агролесоландшафтов на основе геоинформационных методов анализа и обобщения географических, геоморфологических и картографических данных осуществляется на основе водосборного подхода, при котором решаются задачи определения геоморфологической структуры водосбора как фактора, определяющего закономерности процессов, обуславливающих деградацию ландшафтов. Рассмотрено моделирование пространственной структуры рельефа южной части Ергенинской возвышенности для оценки и прогнозирования процессов их деградации. Геоинформационный анализ рельефа дает возможность выявить географическое расположение склоновых участков и субгоризонтальных поверхностей. Определение характеристик рельефа южной части Ергенинской возвышенности проводится с использованием ЦМР и космоснимков. Установлены пространственные характеристики рельефа территории исследований. Разработаны тематические карты водосборов с использованием программного комплекса GlobalMapper, которые представляют собой векторные картографические слои, отражающие пространственные характеристики водосборов первого и второго порядка протяженностью более 20 м.

Complex estimation of agroforestry landscapes on the basis of geoinformation methods of analysis and synthesis of geographic, geomorphological and map data is based on a catchment approach that solved the problem of determining the geomorphological structure of the watershed as a factor that determines the laws of the processes that lead to the degradation of landscapes. The modeling of the spatial structure of the relief the southern part of the Erogeninskaya highland of the processes of their degradation are estimate. The geoinformation terrain analysis makes it possible to identify the geographical location of the sloping sections and sub-horizontal surfaces. Defining of the characteristics of terrain south of the Erogeninskaya highland conducted using DEM and spacephotos. Established the spatial characteristics of the relief area of research. The thematic maps. catchments using GlobalMapper software package have been developed, which represent the vector map layers, reflecting the spatial characteristics of the watershed of the first and second order for more than 20 m.

Ключевые слова: модель, ландшафт, геоинформационная система, деградация, геоморфология, рельеф.

Key words: *model, landscape, geographic information system, degradation, geomorphology, relief.*

Введение. Текущее состояние агроландшафтов можно оценить как совокупность процессов деградации и восстановления, которые в большой степени зависят от существующего рельефа, состоявшегося на определенной литологической основе. Рельеф как важная составляющая ландшафта определяет как его устойчивость в целом, так и его продуктивность.

При существенном проявлении природно-антропогенных и антропогенных факторов в агроландшафтах резко изменяются условия их функционирования. Наличие в агроландшафтах открытых участков пашни (в т.ч. паров) резко снижает устойчивость к возникновению и развитию процессов деградации, в том числе к проявлениям водной и ветровой эрозии [2, 5]. Антропогенное воздействие на верхний слой почвы изменяет его физические характеристики: изменяются плотность, пористость, частицы почвы изменяют свое положение в обработанном слое, меняется микрорельеф, разрушается сложившаяся экосистема. В связи с этим можно утверждать, что геоморфологические характеристики рельефа во многом определяют характер процессов деградации.

Геоинформационный анализ водосборов в агролесоландшафтах южной части Ергенинской возвышенности дает возможность установить, каким образом рельеф влияет на интенсивность процессов деградации антропогенно-нарушенных агроландшафтов, причем на очень больших площадях [4].

Материалы и методы. Для комплексной оценки агролесоландшафта на основе геоинформационных методов анализа и обобщения географических, геоморфологических и картографических данных принят водосборный подход, при котором решаются задачи определения ландшафтной структуры водосбора как фактора, определяющего закономерности процессов, обуславливающих его деградацию [6, 9]. Объектом геоинформационного анализа является рельеф Южной части Ергенинской возвышенности, включающей водосбор реки Аксай Кумоярский. Выбор объекта обусловлен как наличием расчлененного рельефа, так и высокой антропогенной нагрузкой, вызванной распаханностью земель. На основе ЦМР, визуализация которой представлена на рисунке 1, построены специализированные электронные карты для анализа ландшафта [7].

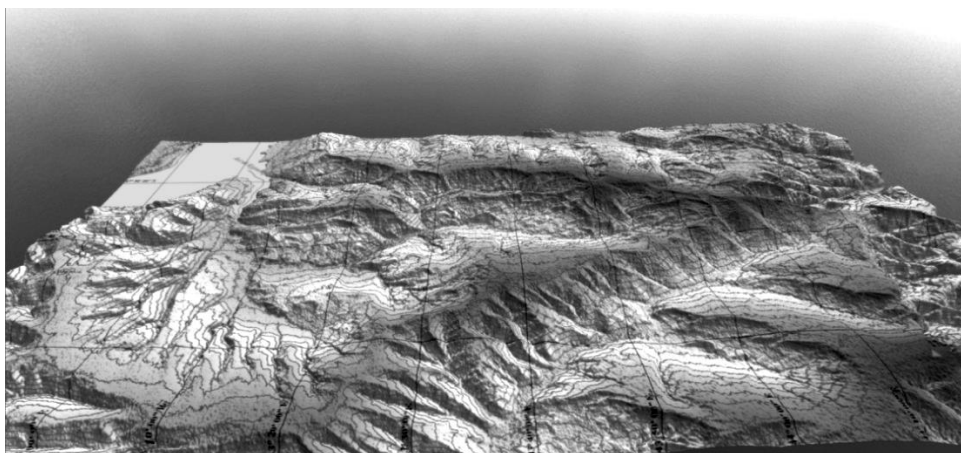


Рисунок 1 – Визуализация цифровой модели рельефа водосбора реки Аксай Кумоярский

Электронная космокарта разрабатывается методом трансформирования космоснимков в картографическую проекцию [6].

В локальной геоинформационной системе космокарта совмещается с цифровой моделью рельефа и представляет собой трехмерную модель водосбора [8, 10]. Использование такой модели для анализа агролесоландшафта дает возможность провести оценку его состояния.

Использование ЦМР позволяет определить характеристики рельефа объекта, например, изменения высот по долготе и широте (или длине и ширине участка в метрах и др.) [1, 3].

Результаты и обсуждение. Карты водосборов реки Аксай Кумоярский и ее притоков разработаны в среде геоинформационной системы с использованием программного комплекса GlobalMapper (рисунок 2) и представляют собой векторные картографические слои, отражающие пространственное размещение водосбора самой реки и ее притоков первого, второго и третьего порядка протяженностью более 20 м.

Всего было выделено 56 водосборов притоков и установлены их пространственные характеристики, которые занесены в базу данных ГИС. Например, в таблице 1 приведены результаты анализа рельефа водосбора реки Аксай Кумоярский.

Установлено, что более 95 % исследуемой площади имеют высоты от 65 до 125 м. Углы наклона склонов небольшие при среднем значении $1,0^\circ$ стандартное отклонение $0,62^\circ$. Максимальное значение угла наклона склона $9,1^\circ$. В связи с этим, рельеф южной части Ергенинской возвышенности можно считать равнинным.

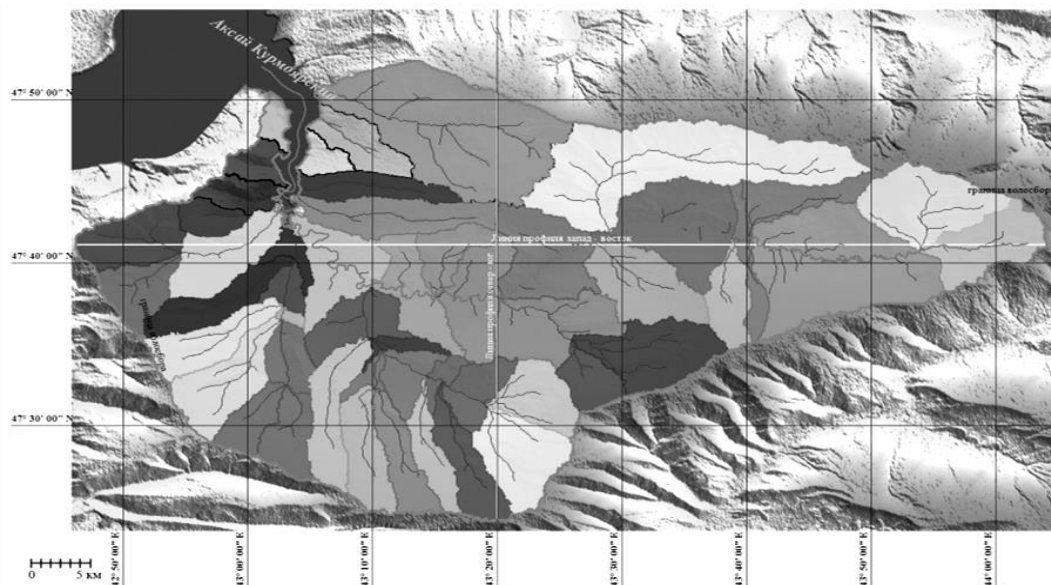


Рисунок 2 – Картографическая модель распределения водосборов реки Аксай Кумоярский М 1:1250000

Таблица 1 – Пространственные характеристики рельефа

Наименование объекта	Площадь, га	Минимальная высота, м	Максимальная высота, м	Средняя высота, м	Стандартное отклонение вы-сот, м	Максимальный угол склона, ° [уклон, %]	Средний угол склона, ° [уклон, %]	Стандартное отклонение угла склона, °
Водосбор реки Аксай Кумоярский	288767	29	169	94,7	29,9	9,1 [16,0]	1,0 [1,7]	0,62

Геоинформационный анализ рельефа дает возможность выявить географическое расположение склоновых участков и субгоризонтальных поверхностей. Определение характеристик рельефа южной части Ергенинской возвышенности проводится с использованием ЦМР и космоснимков. Для их определения была разработана изолинейная карта высот (рисунок 3) и получены статистические данные распределения площади водосбора по диапазонам высот (рисунок 4).

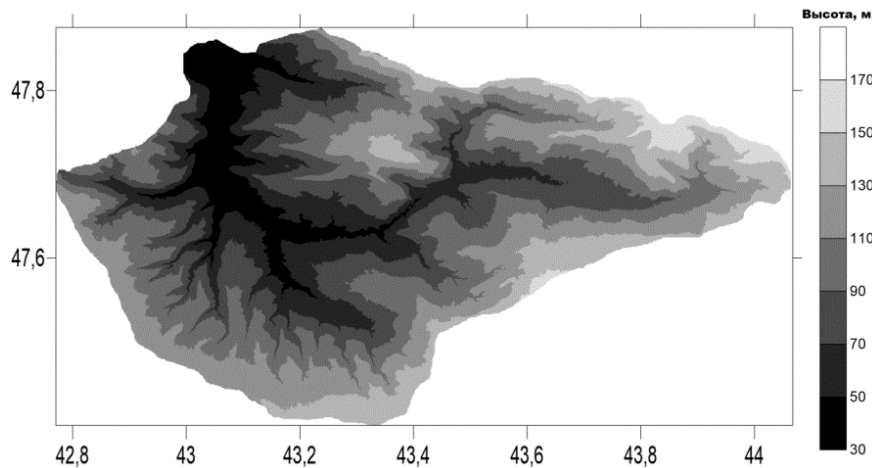


Рисунок 3. – Изолинейная карта высот водосбора реки Аксай Кумоярский

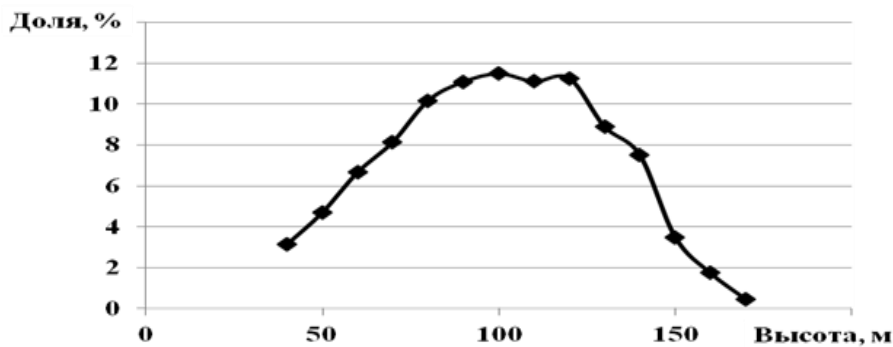


Рисунок 4 – Распределение высот водосбора реки Аксай Кумоярский

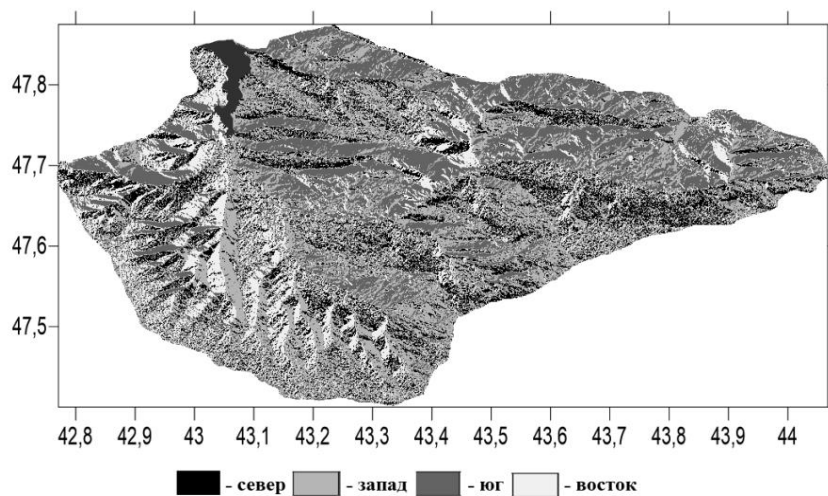


Рисунок 5 – Карта экспозиций склонов водосбора реки Аксай Кумоярский

Анализ распределения высот показал, что около 55 % территории водосбора занято высотами от 80 до 120 м, 23 % – от 30 до 80 м и 22 % – от 120 до 170 м. Использование этой карты дает возможность планировать лесомелиоративное обустройство агроландшафтов с учетом особенностей рельефа.

Особое значение для ведения сельскохозяйственной деятельности в агролесоландшафтах имеет выявление распределения площадей по экспозиции склонов. Для этого была составлена карта экспозиции склонов для территории северной части Ергенинской возвышенности (рисунок 5), на основании которой рассчитаны площади по четырем румбам: (по 90°) север, восток, юг и запад (рисунок 6).

Анализ карты распределения территории по экспозиции склонов показывает, что склоны распределены в основном равномерно, с небольшим преимуществом южных склонов, площадь которых 87,51 тыс. га и немного меньше площадь западных склонов – 81,83 тыс. га, площадь северных склонов 59,08 тыс. га, а восточных – 61,35 тыс. га.

Важным при изучении рельефа является построение профилей высот по основным элементам водосборов.

Такие профили используются для выявления особенности изменения рельефа и построения математических моделей, для описания этих изменений в плоскости линии профиля.

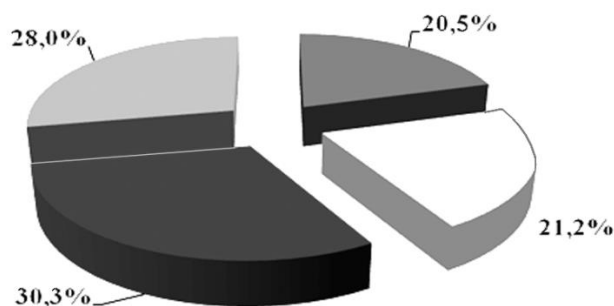


Рисунок 6 – Распределение территории водосбора реки Аксай Кумоярский по экспозиции склонов

На рисунке 7 приведены линии в направлении север-юг и запад-восток, по которым были построены соответствующие модельные профили. Профиль север-юг (рисунок 7) отражает изменение высот Азимуту 179° 57' 52".

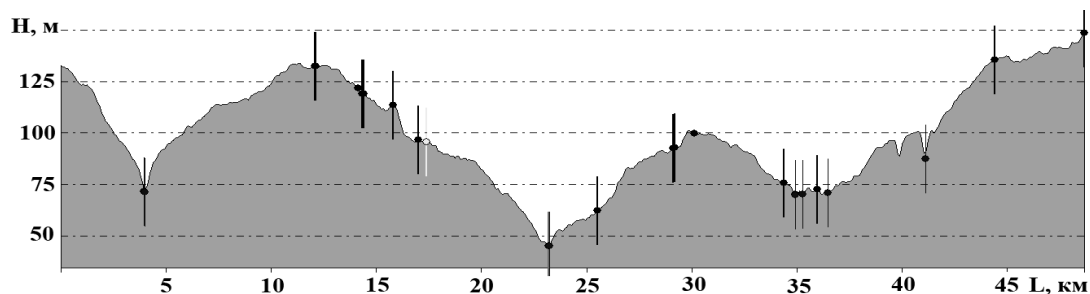


Рисунок 7 – Профиль север-юг

Характеристики профиля: начало профиля 47° 50' 28" с. ш., 43° 19' 59" в. д.; высота в начале профиля 132,7 м; конец профиля 47° 24' 13" с. ш., 43° 20' 00" в. д.; высота в конце профиля 148,6 м; длина профиля 48,7 км; минимальная высота по профилю 44,5 м; максимальная высота по профилю 148,6 м; азимут 179° 57' 52"; средний угол наклона склона 0,02°, максимальный угол наклона склона 12,5° (41,3 км по профилю).

Профиль запад – восток (рисунок 8) отражает изменение высот Азимуту $89^{\circ} 31' 11''$.

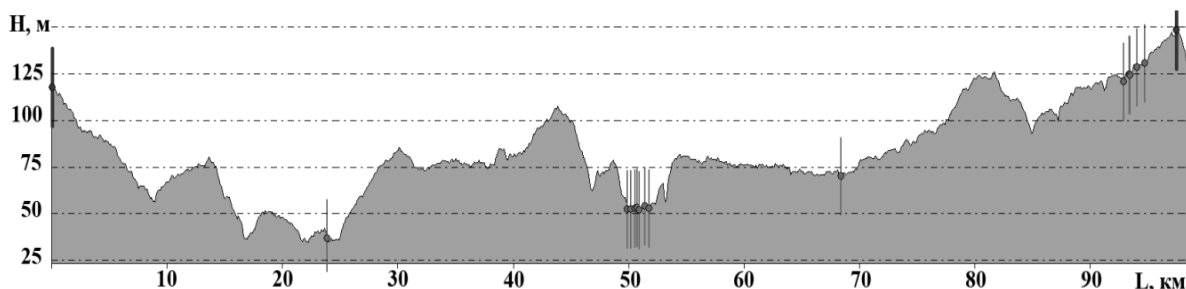


Рисунок 8 – Профиль запад – восток

Характеристики профиля: начало профиля $47^{\circ} 41' 6''$ с. ш., $42^{\circ} 46' 11''$ в. д.; высота в начале профиля 117,9 м; конец профиля $47^{\circ} 41' 6''$ с. ш., $44^{\circ} 04' 7''$ в. д.; высота в конце профиля 147,6 м; длина профиля 97,5 км; минимальная высота по профилю: 34,4 м; максимальная высота по профилю 147,8 м; азимут $89^{\circ} 31' 11''$; средний угол наклона склона $0,02^{\circ}$, максимальный угол наклона склона $5,1^{\circ}$ (87,3 км по профилю).

Анализ распределения высот и углов наклона склонов по профилям показал, что в основном территория водосбора занята площадями с небольшими углами наклонов склонов, что снижает риски проявления процессов водной эрозии. С другой стороны, большие площади с небольшими углами наклонов склонов в условиях отсутствия систем насаждений для защиты от дефляции повышают риски выдувания и переноса плодородного слоя почвы.

Заключение. Таким образом, использование геоинформационного картографического анализа дает возможность провести оценку территории водосбора с учетом изменения рельефа, а также осуществлять лесомелиоративное обустройство с учетом геоморфологических особенностей этой территории на основе точного, координатного подхода. Использование геоинформационных методов анализа и обобщения географических, геоморфологических и картографических данных позволило установить и картографировать геоморфологическую структуру водосбора, которую можно использовать для определения закономерностей процессов, обуславливающих деградацию ландшафтов. Разработанные модели пространственной структуры рельефа южной части Ергенинской возвышенности использованы для выявления географического расположение склоновых участков и субгоризонтальных поверхностей. В результате установлены пространственные характеристики рельефа территории исследований.

Библиографический список

1. Анисимов, В.И. Основы морфометрического анализа рельефа [Текст] / В.И. Анисимов. – Грозный, 1987. – 91 с.
2. Арманд, Д.Л. Антропогенные эрозионные процессы [Текст] / Д.Л. Арманд // Сельскохозяйственная эрозия и борьба с ней. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 737 с.
3. Генетические типы и формы рельефа [Текст] // Труды Прикаспийской экспедиции. – М.: Изд-во МГУ, 1958. – С. 114-233.
4. Геоинформационные технологии в агролесомелиорации [Текст] / В.Г. Юферев, К.Н. Кулик, А.С. Рулев, К.Б. Мушаева, А.В. Кошелев, З.П. Дорохина, О.Ю. Березовикова. – Волгоград. ВНИАЛМИ, 2010 – 102 с.
5. Гудзон, Н. Охрана почвы и борьба с эрозией [Текст] / Н. Гудзон. – М.: Колос, 1974. – 226 с.
6. Ивонин, В.М. Противозерозионные мелиорации водосборов в районах оврагообразования [Текст] / В.М. Ивонин. – М., 1992. – 378 с.

7. Картографирование зон экологического неблагополучия по динамическим критериям [Текст] / Б.В. Виноградов, К.Н. Кулик, А.Д. Сорокин и др. // Экология. – 1988. – №4. – С. 243-251.
8. Кулик, К.Н. Компьютерное математико-картографическое моделирование агролесоландшафтов на основе аэрокосмической информации [Текст] / К.Н. Кулик, В.Г. Юферев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2010. – №1. – С. 52-54.
9. Любимов, Б.П. Особенности морфометрии водосборов верхних звеньев эрозионной сети [Текст] / Б.П. Любимов, И.И. Никольская // Вестник МГУ. Серия 5. География. – 1989. – №2. – С. 79-83.
10. Рулев, А.С. Методология геоинформационного моделирования [Текст] / А.С. Рулев, В.Г. Юферев, М.В. Юферев // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук, сентябрь-октябрь. – М., 2011. – №5. – С. 5-6.

Reference

1. Anisimov, V. I. Osnovy morfometricheskogo analiza rel'efa [Tekst] / V. I. Anisimov. - Groznyj, 1987. - 91 s.
2. Armand, D. L. Antropogennye jrozionnye processy [Tekst] / D. L. Armand // Sel'skohozyajstvennaya jroziya i bor'ba s nej. - M.: Izd-vo AN SSSR, 1956. - 737 s.
3. Geneticheskie tipy i formy rel'efa [Tekst] // Trudy Prikaspijskoj jkspedicii. - M.: Izd-vo MGU, 1958. - S. 114-233.
4. Geoinformacionnye tehnologii v agrolesomelioracii [Tekst] / V. G. Yuferev, K. N. Kulik, A. S. Rulev, K. B. Mushaeva, A. V. Koshelev, Z. P. Dorohina, O. Yu. Berezovikova. - Volgograd. VNIALMI, 2010 - 102 s.
5. Gudzon, N. Ohrana pochvy i bor'ba s jroziej [Tekst] / N. Gudzon. - M.: Kolos, 1974. - 226 s.
6. Ivonin, V. M. Protivojrozionnye melioracii vodosborov v rajonah ovrageobrazovaniya [Tekst] / V. M. Ivonin. - M., 1992. - 378 s.
7. Kartografirovanie zon jkologicheskogo neblagopoluchiya po dinamicheskim kriteriyam [Tekst] / B. V. Vinogradov, K. N. Kulik, A. D. Sorokin i dr. // jkologiya. - 1988. - №4. - S. 243-251.
8. Kulik, K. N. Komp'yuternoe matematiko-kartograficheskoe modelirovanie agrolesolandshaftov na osnove a]rokosmicheskoy informacii [Tekst] / K. N. Kulik, V. G. Yuferev // Doklady Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk. - 2010. - №1. - S. 52-54.
9. Lyubimov, B. P. Osobennosti morfometrii vodosborov verhnih zven'ev jrozionnoj seti [Tekst] / B. P. Lyubimov, I. I. Nikol'skaya // Vestnik MGU. Seriya 5. Geografiya. - 1989. - №2. - S.79-83.
10. Rulev, A. S. Metodologiya geoinformacionnogo modelirovaniya [Tekst] / A. S. Rulev, V. G. Yuferev, M. V. Yuferev // Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozyajstvennyh nauk, sentyabr'-oktyabr'. - M., 2011. - №5. - S. 5-6.

E-mail: vnialmi_nir@vlpost.ru