

ticularly in connection with the increasing attention to the uneven development of social infrastructure and the possibilities of estimating recreational load on the territory. A series of maps was created which can assist in identifying trends in the future settlement of the Crimean federal district.

Key words: mapping of population, population dynamics, settlements of Crimea, information resources.

REFERENCES

1. *Vodarskij Ya.E., Eliseeva O.I., Kabuzan V.M.* Naselenie Kryma v konce XVIII – konce XX v.: CHislennost', razmeshchenie, etnicheskij sostav [Crimea's population at the end of XVIII – the end of XX century.: The number, location, ethnic composition] / Institut rossijskoj istorii RAN. – M.: IRI RAN, 2003 – 160 p.
2. Krym mnogonacional'nyj [Crimea multinational] [Sbornik/Sostavitel' N. G. Stepanova] – Simferopol': Tavriya, 1988. – 143 p.
3. *Kropachev S.A., Krinko E.F.* Poteri naseleniya USSR v 1937–1945 gg.: masshtaby i formy. Otechestvennaya istoriografiya [The loss of population of the USSR in 1937–1945 gg.: The scale and shape. domestic historiography] – M.: ROSSPEHN, 2012 – 350 p.
4. Krym: proshloe i nastoyashchee [Crimea: Past and Present] [Sbornik / Otv. red. S.G. Agadzhanov, A.N. Saharov] – M.: Mysl', 1988 – 107 p.
5. *Bugaj N.F.* Deportaciya narodov Kryma: Dokumenty, fakty, kommentarii [The deportation of the Crimean peoples: documents, facts, comments] – M.: ISAN, 2002. – 237 p.
6. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Federal State Statistics Service] – www.gks.ru.

УДК 911.2:528

Т.В. Ватлина¹, С.П. Евдокимов²

СОЗДАНИЕ ЛАНДШАФТНОЙ КАРТЫ С ПОМОЩЬЮ ОТКРЫТОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»)

Резюме. В ландшафтном картографировании отсутствует единая методика, поэтому в каждой ландшафтной школе существует своя техника составления ландшафтных карт. Тем не менее, одной из начальных операций, признанных во всех школах является выделение так называемой первичной матрицы – или матрицы местоположений, фиксируемой, как правило, по исходной топографической карте. Процедура отрисовки первичной матрицы почти аналогична в разных школах. Центральным понятием московской, ленинградской и воронежской школ ландшафтоведения стало «местообитание», «местоположение», привязанное к форме рельефа неопределенной мерности. Мы стремимся придать этой мерности определенный геолого-геоморфологический смысл.

Ключевые слова: ландшафт, карта, картографирование, растровая модель поверхности, рельеф.

Введение. Одной из основных проблем ландшафтного картографирования является отсутствие общепризнанной методики, которая была бы основана не только на «интуиции и опыте» автора, но и была бы воспроизводима. Под воспроизводимостью мы понимаем наличие четкого алгоритма (последовательности шагов) которые могли бы быть использова-

¹ Смоленский государственный университет, г. Смоленск, Россия; e-mail: vatlina_geo@mail.ru.

² Смоленский государственный университет, г. Смоленск, Россия; e-mail: esppaleo@geo@mail.ru.

ны любым желающим с применением известных инструментов [1]. На сегодняшний день в ландшафтоведении РФ сосуществуют четыре научные школы – московская, санкт-петербургская, воронежская и сибирская. Каждая из них выработала свою технику составления ландшафтных карт. Они многократно описаны в соответствующей литературе [2].

Тем не менее, одной из начальных операций, признанных во всех школах является выделение так называемой первичной матрицы – или матрицы местоположений, фиксируемой, как правило, по исходной топографической карте. Процедура отрисовки первичной матрицы почти аналогична в разных школах.

Материалы и методы исследований. В ландшафтоведении следует более строго относиться к выделению «местоположений», не «рисую их от руки» а моделируя поверхность земного рельефа по полю высот местности. Использование данных построений А.Н. Ласточкин [3] называет геотопологическим (морфодинамическим) анализом и отмечает, что данный подход позволяет создать исчерпывающую таксономию элементарных поверхностей – т.е. местоположений или «геотопов». Метод не получил поддержки у ландшафтоведов по ряду причин, большинство из которых субъективны. Назовем лишь две из них: 1) практикующие ландшафтоведы привыкли рисовать руками и не всегда знакомы с техникой современных ГИС и 2) карты с отметками высот и горизонталями на них до сих пор являются в крупных масштабах секретными, что не создает традиции их широкого использования.

На первом этапе ландшафтного картографирования, который выполняется в камеральных условиях, необходимо выявить принципиальную структуру рисунка ландшафта и определить дифференциацию на генетические (геоморфологические) поверхности и основные геотопы (физиотопы, местообитания). Средством такого выявления выступает морфодинамический анализ, результатом – карта типов местообитаний (геотопов) территории. Полученная карта типов элементарных поверхностей рельефа может рассматриваться как основа для ландшафтной карты.

Для территории национального парка «Смоленское Поозерье» рельеф – главный фактор дифференциации. Каждый тип поверхностей рельефа, обособленный в пространстве, ассоциируется с простым или сложным урочищем. В условиях сильно нарушенного растительного покрова карта типов поверхностей рельефа позволяет восстановить коренные типы растительности.

Традиционно ландшафтоведы перейдя от техники «фрихэнд» к моделированию в ГИС продолжают зачастую «рисовать» используя инструментарий векторного редактирования и рисования местообитаний «поверх» векторного же слоя горизонталей. Новизна подхода заключается в отказе от работы с векторными данными и попытке использования инструментария растровой картографии, поскольку именно для растровой модели поверхности уже существуют инструменты, позволяющие работать с полем высот и его производными.

Можно предположить, что для Смоленского Поозерья с четырьмя формами поверхностей, каждая из которых может быть дифференцирована «внутри» класса на привершинные (основные) поверхности, верхние и нижние части склонов (или пойма, надпойменная терраса, коренной склон) нелишними и логичными будут как минимум 12 классов (рис. 1).

Надо упомянуть, что по TIN-поверхности очень легко могут быть построены профили рельефа, которые как раз и облегчают понимание общего геоморфологического строения местности и позволяют более корректно определиться с высотными ступенями (рис. 2).

Результаты исследований и их обсуждение. Выполним морфометрический анализ территории национального парка «Смоленское Поозерье» в открытой настольной ГИС SAGA. Существует проблема построения цифровой модели рельефа (ЦМР) на основе горизонталей. Независимо от метода интерполяции, склоны будут в той или иной степени ступенчатыми. Фундаментальная причина – неравномерное распределение исходных точек с высотами. Большинство интерполяционных алгоритмов рассчитаны на равномерное (случайное или регулярное) распределение исходных точек на территории. В горизонталях рельефа точки с высотами «вытянуты» в линии. Для узлов решетки ЦМР, расположенных около горизонтали, вес отметок высоты с этой горизонтали будет выше весовых коэффициентов отметок с других горизонталей. В результате,

значение высоты в узлах решетки цифровой модели рельефа будет изменяться скачком, примерно посередине между ближайшими горизонталями.

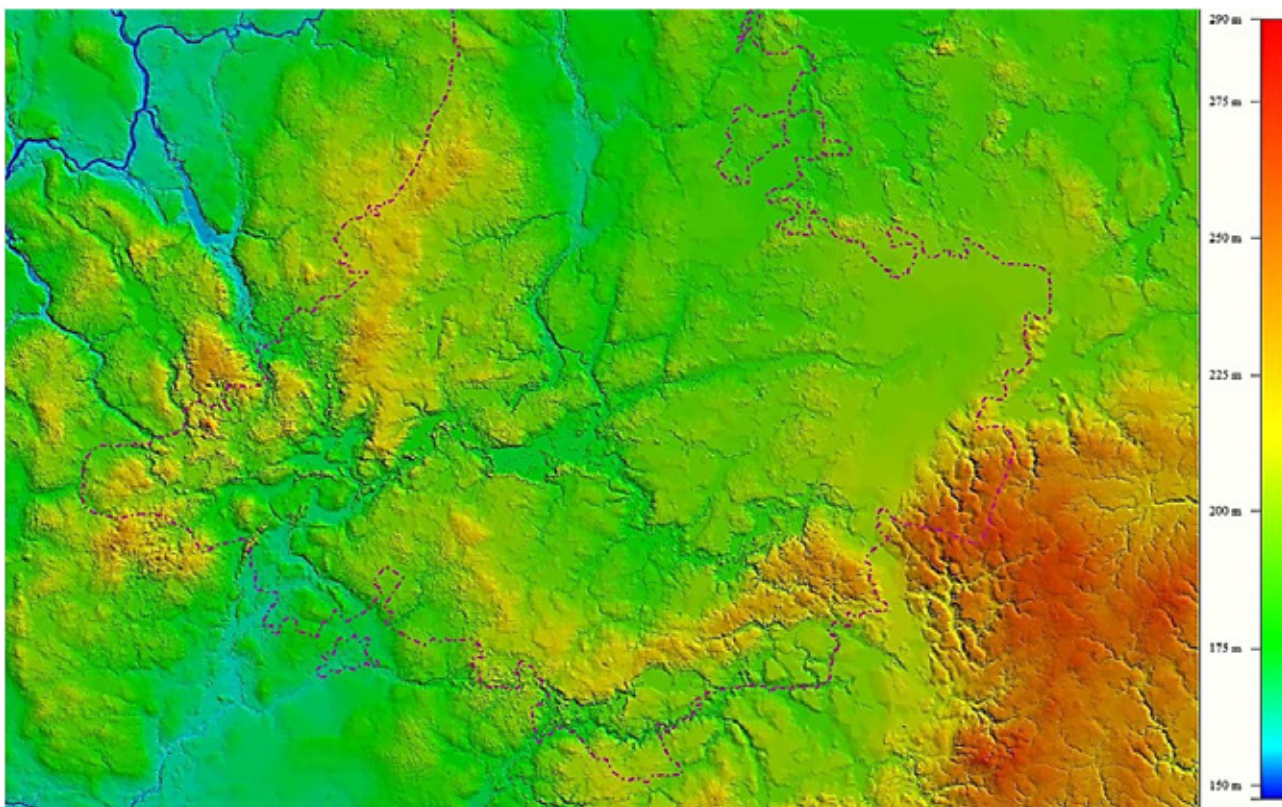


Рис. 1. TIN (Triangulated Irregular Network) – поверхность рельефа, оформленная способом «естественные границы» – 12 классов

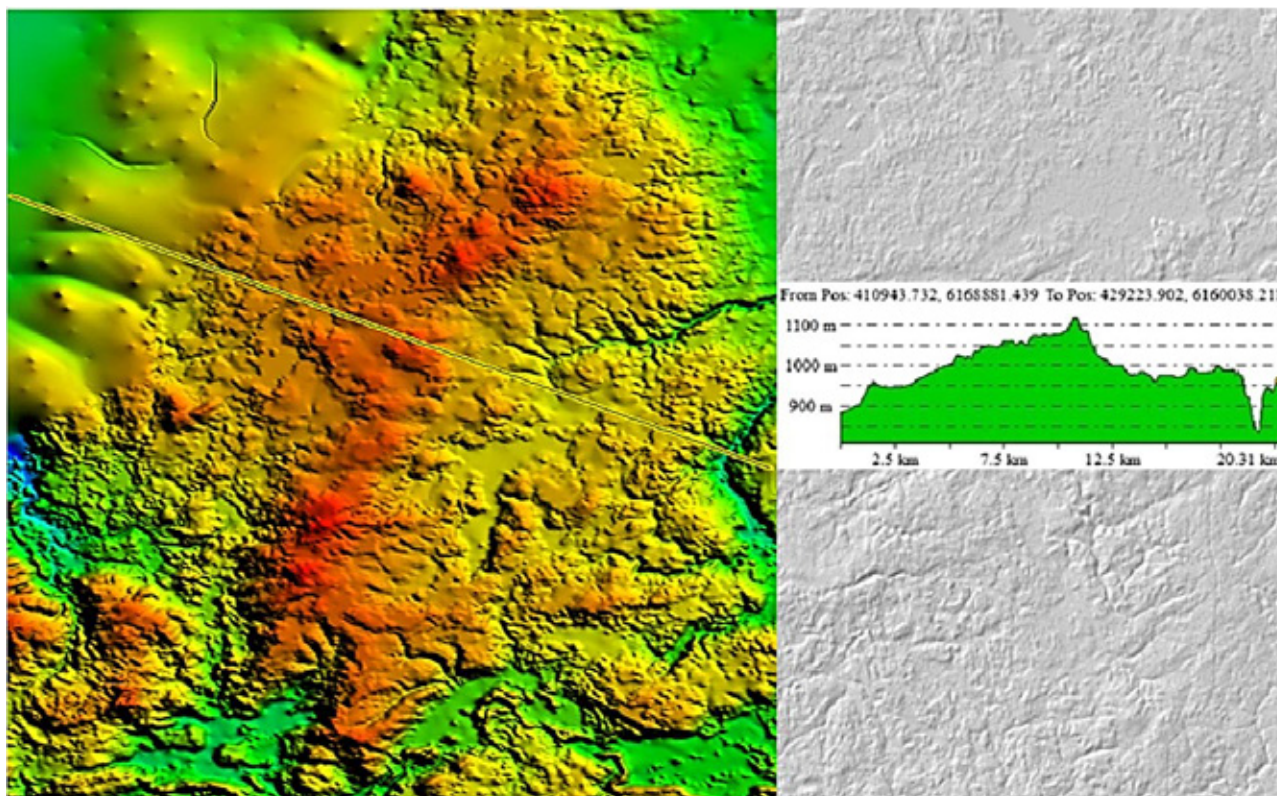


Рис. 2. Фрагмент TIN с линией профиля

Необходимо сначала подготовить данные, т.е. взять не только горизонтали и отметки высот, но и тальвеги, бровки, отметки урезов воды, батиметрию, все что имеет значение высот. Часть объектов имеет информацию не в абсолютных, а относительных высотах. Задача улучшения данных для построения ЦМР получается итерационной.

Строим ЦМР с разрешением 20 м на основе ординарного кригинга с радиусом поиска в окрестности 500 м от 30 до 100 точек, модель вариограммы 4-й степени, выходящей из нуля.

Определяем условия поиска точек высот для каждой ячейки ЦМР. Подбираем оптимальную модель для экспериментальной вариограммы. Определяем геометрию регулярной сети (границы и размер ячеек ЦМР).

Для устранения мелких погрешностей интерполяции ЦМР полезно сгладить. Принцип действия заключается в следующем: вместо постепенного заполнения локальных понижений поверхность сначала заливается слоем воды, после избыток удаляется, оставив заполненными впадины. Гибкости алгоритму добавляет возможность заливать впадины как горизонтально к поверхности, так и с созданием незначительного уклона (например, $0,01^\circ$).

Следующий этап – построение водосборной площади.

– периментально – в общем, чем более расчлененный рельеф, тем раньше можно переключаться на D8, т.е. тем меньше может быть значение. Также следует учитывать общую площадь территории моделирования, определяется количеством пикселей растра;

– параметр Convergence – 5.5 означает, что дополнительно использоваться экспонента конвергентности (концентрации) стока, которая также позволяет избежать его чрезмерной расщепленности на плоских и склоновых участках. Установление конкретного значения данного параметра, могут колебаться в диапазоне от 1 до 10, обуславливается характером рельефа территории: чем более расчлененный рельеф, тем выше должны быть значения и наоборот.

Далее выполним определение водотоков на основе растров водосборной площади.

Необходимо оконтурить тальвеги и водотоки.

Таким образом, согласно наших настроек, как водотоки определяются все тальвеги, имеющие водосборную площадь более $100\,000\text{ м}^2$ и длину более 30 пикселей.

Следует иметь в виду, что оптимальные значения параметров определяются эмпирическим путем и зависят как от характера рельефа самой территории, так и от цели исследования, но общая закономерность такова – чем более густую и разветвленную сеть водотоков нужно построить, тем меньше должны быть значения.

После завершения работы инструмента появятся три новых элемента: два – растры (Channel Network, Channel Direction) и вектор – полилинейный шейп-файл Channel Network. Растровый слой Network содержит сгенерированную в соответствии с заданными условиями дренажную сеть территории.

При построении слоя водосборных бассейнов нам понадобится слой дренажной сети не в векторном, а в растровом формате.

Для построения слоя водосборных бассейнов воспользуемся инструментом Geoprocessing ==> Terrain Analysis ==> Channels ==> Watershed Basins (Extended), который предлагает расширенные возможности в создании элементов бассейновой структуры территории, в частности – определение истоков и устьев водотоков. Все, что нам нужно, в данном случае – указать на входе растры гидрологически корректной ЦМР и дренажной сети и нажать Okay.

Теперь имеются все необходимые данные для создания тематической карты бассейновой структуры территории.

Каковы могут быть дальнейшие действия? Очевидно, что необходимо развести разные генетически формы рельефа, попадающие в один класс – например низкие поймы и днища долин ручьев – сделать это гипотетически можно используя иные инструменты, позволяющие выделить характеристические линии «профильной» (вогнутые и выпуклые перегибы – уступы и тыловые швы) и «плановой» кривизны (выступы водоразделов – «мысы и «утюги» и «заливы» ложбинно-лощинной сети – так называемые морфоизографы).

Кривизна рельефа – один из важнейших морфометрических показателей, отражающий потенциал концентрации или рассеяния вещества. По сути, кривизна – это вторая производ-

ная от поверхности или первая производная от уклона поверхности. Выделяют общую кривизну поверхности, плановую и профильную. Положительные значения общей и плановой кривизны соответствуют выпуклым склонам, отрицательные – вогнутым, а для профильной кривизны наоборот. Измеряется кривизна в долях от единицы высоты.

«Слайсированные» уклоны неплохо трассируют границы долин и мелких эрозионных форм (видимо – оврагов и долинок ручьев) с особенно крутыми склонами, а также борта озерных равнин и склоны отдельных водно-ледниковых холмов и озовых гряд (рис. 3). В принципе ничто не мешает дополнить «смыслом» и эту переклассификацию – назначив каждому интервалу крутизны склона свое наименование (очень крутые, крутые, покатые, пологие и проч.).

Видно, что характер тальвегов меняется от выраженных – тонких и четких до «слабоврезанных» и нечетких образующих как бы «складки» на поверхности равнины. Ребра чаще представляют собой не столько линии (как этом мы бы рисовали руками) в векторном файле ориентируясь на выступы горизонталей и соединяя точки максимальной кривизны «выступов» вниз по склону – а скорее широкие полосы – области. И это, вероятно более соответствует реальной картине стока и устройству рельефа.

Остается понять, чем нам может быть интересна (т.е. чем может помочь нашей задаче выделения поверхностей) общая кривизна. Похоже, что она дает некую общую картину, которую можно использовать для «слияния» излишне разделенных на ступени поверхностей водораздела. Здесь уместно вспомнить, что при «ручной» рисовке местоположений методом «пластики рельефа» опытный ландшафтовед, фиксируя границы плоских привершинных поверхностей не проводит их по какой-то одной горизонтали а совершает «переходы» по касательной вверх (на горизонтали с более высокими значениями абсолютной высоты) когда обводят «заливы» плановой кривизны, т.е. поднимают границу к вершинам выраженных ложбин, или вниз – когда обводят «выступы» горизонталей, поскольку в формах мягкого холмистого рельефа уступы приводораздельных поверхностей как правило наклонены и в большей или меньшей степени понижены по сравнению с центральными или пригребневыми частями. Инструмент «общая кривизна» позволяет решить эту задачу в автоматическом режиме.

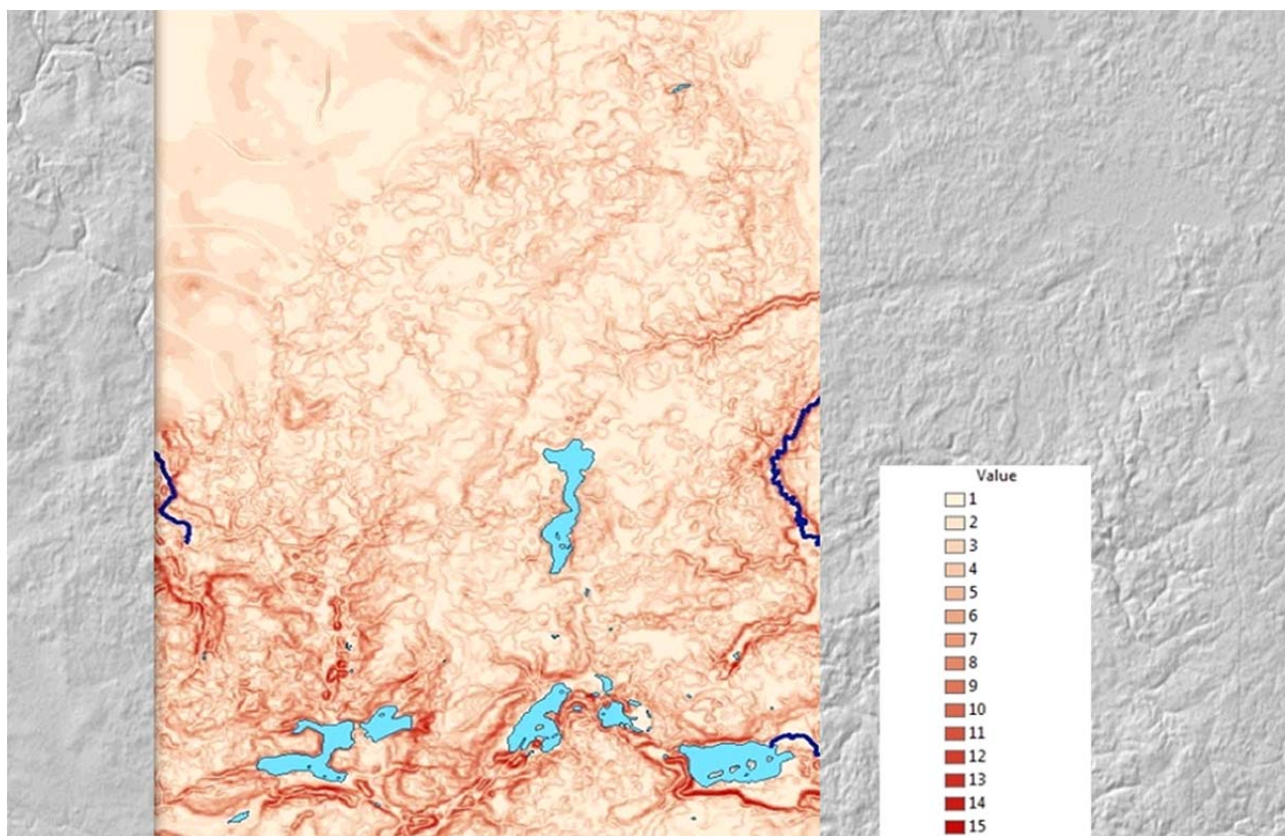


Рис. 3. Реклассификация (слайсирование) уклонов

На втором этапе, который проводится в камеральных (предварительно) и полевых (коррекция) условиях, уточняются границы залегания и литологический состав четвертичных почвообразующих пород в пределах каждого геотопа.

Третий этап связан с выявлением характера почвообразующих процессов на основных катенах, определением границ почв и почвенных комплексов, соотнесением этих границ с границами геотопов.

На следующем этапе геотопы исследуются как гигротопы (т. е. как местообитания с различной степенью увлажнения) и трофотопы (как местообитания, занимающие различное положение на шкале «бедность – богатство субстрата»). Эти этапы позволяют приступить к подготовке содержательной части легенды карты; результат – матрица, в которой местообитания характеризуются как экотопы.

Затем изучается растительный покров и дается характеристика фитоценозов, исследуется степень соответствия границ растительных сообществ границам выделенных экотопов.

Заключительный этап подготовки ландшафтной карты – разработка окончательного варианта легенды карты и прорисовка границ ландшафтных выделов (в зависимости от масштаба – фаций, урочищ, местностей, ландшафтов).

Выводы. В последнее время появляются новые возможности обращения к методике геотопологического анализа и, прежде всего, в связи с появлением специального инструментария сразу в нескольких пакетах современных геоинформационных систем, в частности – SAGAGIS и QGIS.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Евдокимов С.П., Ковалев Д.В. Ландшафтная дифференциация территории Смоленской области // Известия Смоленского государственного университета. 2011. № 3. С. 324–331.
2. Колбовский Е.Ю. Нерешенные вопросы ландшафтоведения и ландшафтное планирование / Е.Ю. Колбовский // Структурно-динамические особенности, современное состояние и проблемы оптимизации ландшафтов. – Воронеж: Издательство ВГУ, 2013. – С. 184–192.
3. Ласточкин А.Н. Общая теория геосистем / А.Н. Ласточкин. – СПб.: Изд-во «Лема», 2011. – 980 с.

T.V. Vatlina¹, S.P. Evdokimov²

CREATION OF LANDSCAPE MAP USING OPEN SOURCE SOFTWARE (ON THE EXAMPLE OF THE NATIONAL PARK «SMOLENSKOYE POOZERYE»)

Abstract. In landscape mapping is no single technique, so each school has its own method of creating maps. However, one of the initial operations, recognized all schools allocation is called the primary matrix – matrix or locations which latched, usually on the starting topographic map. The procedure for drawing the primary matrix is almost the same in the different schools. The central concept of the Moscow, Leningrad and Voronezh school of landscape was a «habitat», «location», tied to the uncertain form of relief. We strive to give this dimension a specific geological and geomorphological significance.

Key words: landscape, map, mapping, raster model of the surface, relief.

REFERENCES

1. Yevdokimov S.P., Kovalev D.V. Landshaftnaya differentsiatsiya territorii Smolenskoy oblasti [Landscape differentiation of Smolensk region]. Bulletin of the Smolensk State University. № 3. 2011. Pp. 324–331 (in Russian).

¹ Smolensk State University, Smolensk, Russia; e-mail: vatlina_geo@mail.ru.

² Smolensk State University, Smolensk, Russia; e-mail: espaleogeo@mail.ru.

2. Kolbovskiy Ye.Yu. Nereshennyye voprosy landshaftovedeniya i landshaftnoye planirovaniye [Unsolved problems of landscape and landscape planning]. Structural and dynamic features, current status and problems of landscape's optimization. Voronezh: VSU Publishing House, 2013. Pp. 184–192 (in Russian).

3. Lastochkin A.N. Obshchaya teoriya geosistem [The general theory of geosystems]. St. Petersburg: Publishing house «Lema», 2011. 980 p. (in Russian).

УДК 912.44

О.И. Маркова¹

КАРТЫ ИМПАКТНЫХ ЗОН РАЙОНА КУРСКОЙ МАГНИТНОЙ АНОМАЛИИ ДЛЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АТЛАСА РОССИИ

***Резюме.** В Экологический Атлас России включены карты отдельных импактных зон Российской Федерации, характеризующихся высокой степенью развития добывающей промышленности и, соответственно, высоким уровнем антропогенного воздействия на природную среду. Одним из таких районов является район железорудных месторождений Курской магнитной аномалии (КМА), где наиболее развита добывающая промышленность в отдельных районах Курской и Белгородской областей. Железная руда добывается здесь в течение длительного времени как открытым, так и закрытым способом.*

Карта Курской магнитной аномалии в целом позволяет увидеть все железорудные районы и месторождения в комплексе и выявить из них наиболее опасные в экологическом отношении, а также оценить значимость месторождений.

Крупномасштабные карты позволяют рассмотреть разнообразные антропогенные изменения природной среды, вызванные как добывающей промышленностью, так и сопутствующими отраслями. В районах интенсивного развития добывающей промышленности с обширными территориями, включенными в процесс промышленного производства и складирования отходов, происходит перемещение огромных масс грунта, уничтожение и деградация растительного покрова, разрушение традиционной структуры поселений, а также исчезновение самих поселений. На примере территорий импактных зон воочию можно наблюдать процесс исчезновения сельских населенных пунктов и разрастания крупных городов, вытеснения сельского хозяйства горнодобывающей промышленностью. Учет развития этого процесса очень важен при планировании развития территорий, тем более, что район Курской магнитной аномалии обладает плодородными чернозёмными почвами, которых не так много на территории Российской Федерации. Горнодобывающие комплексы окружены рядом сопутствующих предприятий, обслуживающих производство и жизнеобеспечение населения. Эти предприятия также оказывают влияние на природную среду, иной раз значительно её изменяя. Серьезные изменения природной среды происходят как на механическом, так и на химическом уровне. Природные объекты пополняются большим количеством чуждых химических элементов, происходит загрязнение природных сред. Особое значение имеет сохранение объектов природного и культурного наследия, которые присутствуют на данных территориях. Экономический рост, вызванный развитием горнодобывающей промышленности, позволяет спланировать размещение и развитие объектов рекреации и туризма.

Методика картографирования включает в себя создание обзорной карты месторождений КМА с оценкой экологической ситуации масштаба 1: 2 000 000, а на отдельные клю-

¹ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, старший научный сотрудник; e-mail: solntsevaolga@rambler.ru.