

Применение ГИС-технологий при выделении позиционно-динамической структуры бассейновых территорий (на примере Крыма)

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского,
г. Симферополь

Аннотация. Предложена методика полуавтоматизированного выделения позиционно-динамической структуры бассейновых территорий Крыма с использованием ArcGIS 9.3 и ArcHydro 4.1. Составлена схема позиционно-динамической структуры бассейна р. Малый Салгир.

Ключевые слова: позиционно-динамическая структура, речной бассейн, ГИС-технологии.

Введение

При исследовании ландшафтов можно выделить следующие ландшафтные территориальные структуры: генетико-морфологическую, позиционно-динамическую, парагенетическую, бассейновую. Разные ландшафтные модели дополняют друг друга и в совокупности могут обеспечить описание ландшафтов в целом, а также решение различных практических вопросов.

Для Крыма актуальным является детальное изучение речных бассейнов в связи с недостатком водных ресурсов на полуострове и неудовлетворительным экологическим состоянием многих водных объектов и водосборов. Для обоснования ландшафтно-экологических мероприятий в пределах речного бассейна эффективно сочетание бассейнового и позиционно-динамического подходов, которые наиболее полно отражают тесноту связей экологического состояния водных ресурсов и свойств окружающих ландшафтов.

Бассейновая ландшафтная структура представлена территориальными единицами, сформировавшимися в результате гидрофункционирования, в речных бассейнах отражается зависимость природных комплексов от их положения относительно степени продольного развития, протекания гидрологического процесса и направленности стока [1]. Бассейны рек выделяются в качестве операционной единицы для изучения и управления процессами, связанными с переносом и трансформацией вещества и энергии. Позиционно-динамическая структура показывает зависимость природных условий от высоты местности, положения ландшафтных контуров относительно ландшафтозначимых рубежей, вдоль которых происходит изменение интенсивности и направления горизонтальных вещественно-энергетических потоков. В пределах единиц позиционно-динамической структуры интенсивность потоков в целом одинакова [2].

Для выделения вышеназванных структур проводят морфометрический анализ территории, при этом используются современные геоинформационные технологии работы с пространственной информацией. Изучению морфометрических особенностей речных бассейнов спомощью различных ГИС посвящены работы [3,4,5].

Существующая методика выделения позиционно-динамической ландшафтной структуры, описанная Г.И. Швобсом [2], М.Д. Гродзинским [1] и другими исследователями, применима для равнинных территорий, а для горных участков не была апробирована. Бассейны рек Крыма пересекают горные и равнинные территории. Цель работы – разработать методические подходы к выделению позиционно-динамической структуры бассейновых территорий Крыма. В соответствии с поставленной целью решены следующие задачи:

- предложена методика выделения позиционно-динамической структуры бассейновых территорий Крыма с использованием ГИС-технологий;
- составлена схема позиционно-динамической структуры бассейна р. Малый Салгир.

Материалы и методы

Исходными материалами для составления схемы позиционно-динамической структуры являются топографические, почвенные, геологические карты, карты растительности, материалы дистанционного зондирования. При составлении схемы используется программный комплекс ArcGIS 9.3 и приложение ArcHydro 4.1, которые позволяют рассмотреть морфометрические особенности территории, выделить бассейновую структуру и выполнить ряд аналитических процедур.

Предложенная автором методика выделения позиционно-динамической структуры речного бассейна включает в себя несколько этапов: выбор масштаба проработки, создание карты бассейновой структуры, построение карт уклонов и экспозиции, проведение каркасных линий рельефа, фиксирование информации о почвенном и растительном покрове, выделение единиц позиционно-динамической структуры и составление позиционно-динамической схемы.

Результаты и обсуждение

Методика выделения позиционно-динамической структуры апробировалась при изучении бассейна малой реки северного макросклона Крымских гор – р. Малый Салгир (длина 22 км, площадь бассейна 96,1 км²).

Первый этап выделения позиционно-динамической структуры - обоснование масштаба картографируемых ландшафтных единиц, которое определяется детальностью прорабатываемого вопроса и размером территории. При изучении позиционно-динамической структуры малых рек Крыма и водотоков 1-2 порядка (по классификации В. Философова–А. Страллера), рабочий масштаб 1:50 000 и мельче.

Второй этап - создание карты бассейновой территориальной структуры. В ArcGIS 9.3 построение бассейновой структуры выполняется на базе цифровой модели рельефа (ЦМР) (рис. 1а), созданной на основе оцифрованных топографических карт. Можно также использовать данные радиолокационной съемки SRTM, открытые для свободного доступа в Интернете на сайте <http://dds.cr.usgs.gov/srtm> в виде растровых файлов [6]. Для визуализации полученных пространственных данных о рельефе можно построить 3D-модель (рис. 1б).

Далее выполняется построение гридов направлений стока (линии тока) и кумулятивного стока (рис. 1в), определение водотоков и присвоение порядка каждому звену эрозионной сети согласно схеме В. Философова–А. Страллера. Завершающим этапом создания бассейновой структуры является определение границ микроводосборов и речных бассейнов с помощью приложения ArcHydro 4.1 (рис. 1г).

Следующим этапом является создание морфометрических карт – карт уклонов и экспозиции. Склоновая дифференциация создает значительные позиционно-динамические особенности ландшафтов. Карты уклонов и экспозиции строились по ЦМР, используя инструмент Spatial Analyst. Для построения карты уклонов проводят построение изогеоклин. При изучении бассейна р. Малый Салгир принята градация, составленная по В.К. Жучковой [7] и А.А. Светличному [8], с использованием экологических критериев: 1°, 3°, 5°, 7°, 10°, 15°, 30° и более. Построение карты экспозиций склонов проводилось по 4 румбам, для детализации – по 8. Мелкие контуры с промежуточными экспозициями (северо-западная, северо-восточная, юго-западная, юго-восточная) объединялись со смежными участками западных и восточных экспозиций.

Следующий шаг – проведение каркасных линий рельефа, от положения которых зависит интенсивность вещественно-энергетических потоков, скорость эрозии почв и других процессов. Выделялись линии водоразделов, тальвеги (в приложении ArcHydro 4.1.), бровки, подошвы склонов, линии перегибов для выбранных микроводосборов (с помощью построения поперечных гипсометрических профилей от водораздела к тальвегу).

Информация о почвенном и растительном покрове принимается исходя из почвенных карт и карт растительности, дополняется по космическим снимкам, уточняется при полевых исследованиях.

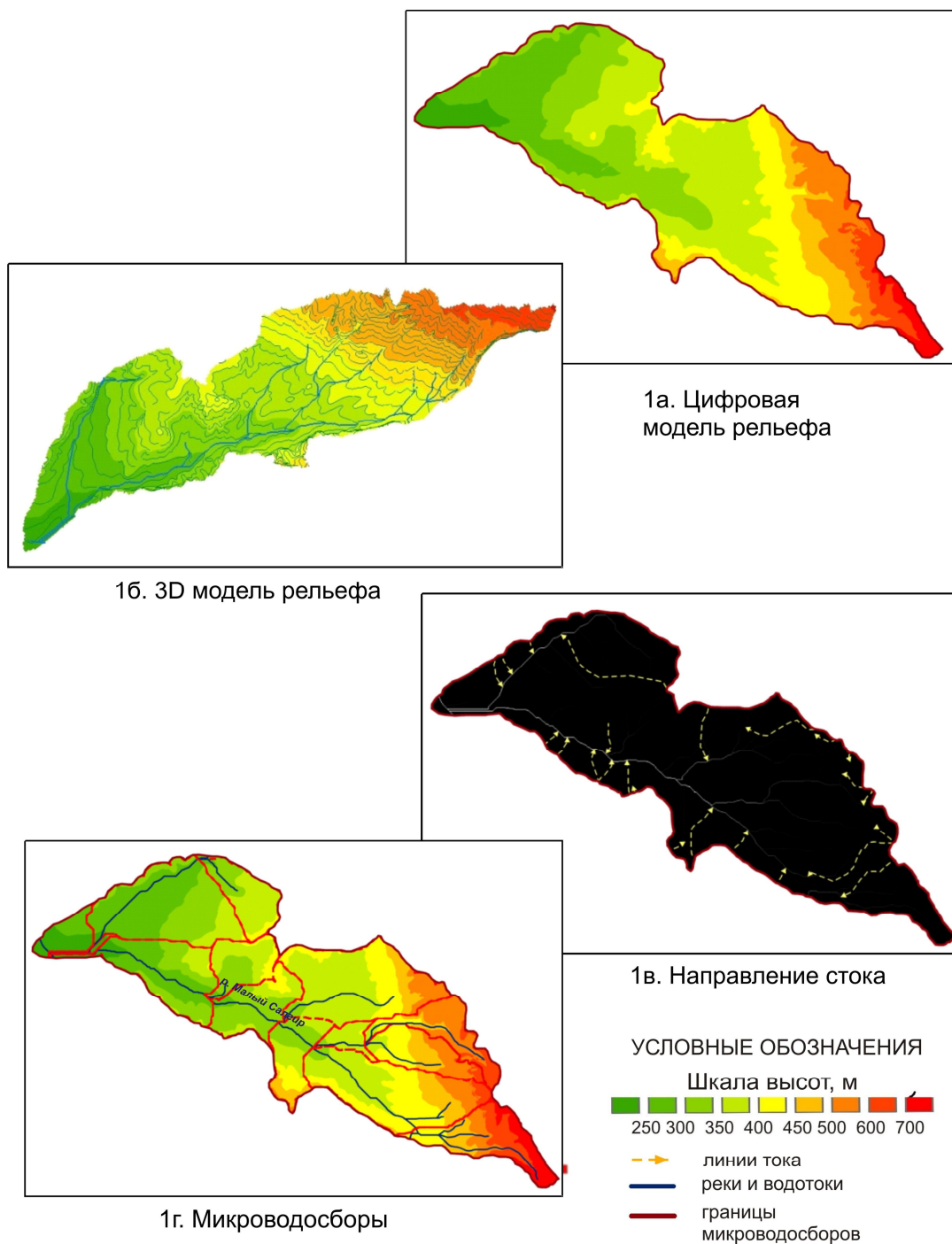
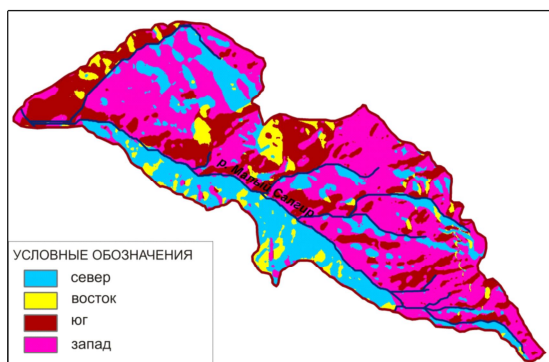


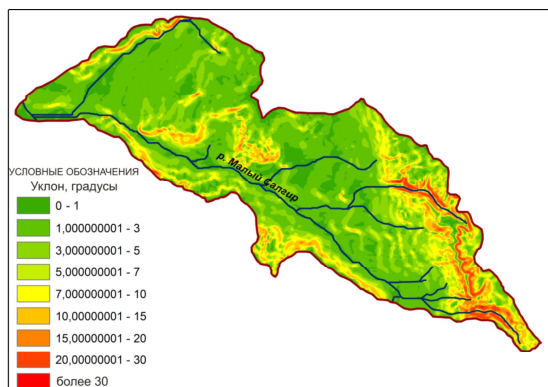
Рис. 1. Этапы выделения микроводосборов на примере бассейна р. Малый Салгир

Заключительный этап — выделение территориальных единиц позиционно-динамической структуры и составление схемы. Используя полученную информацию по микроводосборам, выделяются ландшафтные полосы, ярусы и районы. Границы ландшафтных полос проходят по каркасным линиям рельефа, в их пределах крутизна склона, почвы, характер микрорельефа должны быть в относительно одинаковы.

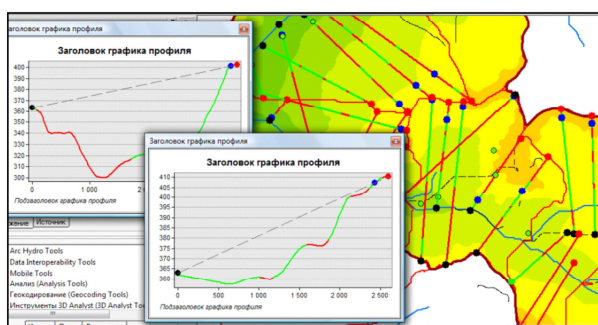
Созданные классы пространственных объектов (карта уклонов и экспозиции в границах бассейна) подвергаются аналитическому наложению в ArcGIS 9.3. Как отмечает М.Д. Гродзинский, морфология рельефа в значительной мере определяет особенности поверхностного стока, поэтому ландшафтные контуры можно разделить на морфологические типы [1] (табл.1).



2а. Экспозиция склонов



2б. Крутизна склонов



2в. Построение гипсометрических профилей

Рис. 2. Создание морфометрических карт территории бассейна р. Малый Салгир

Таблица 1.

Позиционно-динамическая структура бассейна р. Малый Салгир в зависимости от морфологических характеристик

Ландшафтные контуры (полосы)	Ландшафтные ярусы
Водораздельные Приводораздельный склон (2-3°)	Водораздельный
Полосы склонов различной экспозиции (по [7,8]): -очень пологие склоны 3-5° (С, В, Ю, З) -пологие склоны 5-7° (С, В, Ю, З) 7-10° (С, В, Ю, З) -покатые склоны 10-15° (С, В, Ю, З) -склоны средней крутизны 15-30° (С, В, Ю, З) -крутые склоны более 30° (С, В, Ю, З) Полосы геоморфологических ступеней	Склоновый
Полосы пойм рек Речные террасы Днища балок	Пойменно-террасовый

На территории бассейна р. Малый Салгир автоматически было выделено 7193 ландшафтных контуров, это количество сократилось после применения процедуры слияния (менее 6300 контуров).

При рассмотрении схемы с полученными ландшафтными контурами (рис.3) видно, что в среднем и нижнем течении р. Малый Салгир большинство ландшафтных полос располагаются параллельно устью реки, а в верховье - вдоль макросклона, почти перпендикулярно устью. Это связано с общей мезопозицией горных склонов в верховье бассейна. Условия формирования позиционно-динамической структуры в горных частях бассейна отличаются от равнинных. Токоформирующими ландшафтными рубежами являются не только тальвеги и водоразделы, но и общая высотная позиция.

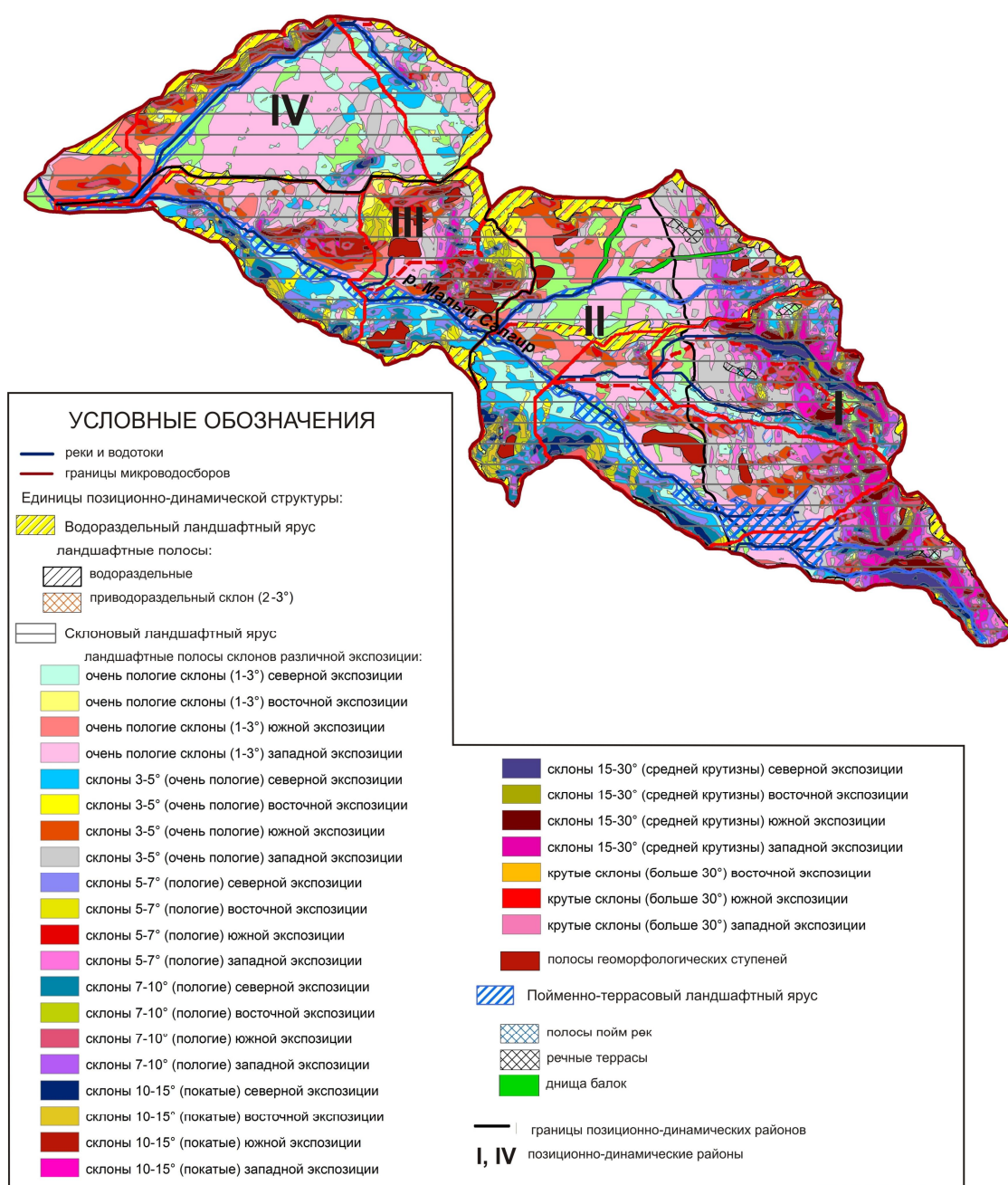


Рис. 3. Схема позиционно-динамической структуры бассейна р. Малый Салгир

Полученные ландшафтные контуры с близкими ландшафтно-экологическими условиями, связанные односторонними потоками, имеющие общую позицию по отношению к гипсометрическим границам изменения факторов ландшафтной динамики объединяются в ландшафтные ярусы [1]. На территории бассейна р. Малый Салгир ландшафтные контуры были логически объединены 3 группы ярусов в зависимости от морфологических характеристик (табл.1). По односторонности горизонтальных потоков ландшафтные ярусы выделяют в позиционно-динамический подрайон, который приурочен к правой или левой части бассейна реки, т.е. имеет одну макроэкспозицию. Подрайоны составляют высшую единицу позиционно-динамической структуры – позиционно-динамический район. На территории бассейна р. Малый Салгир были выделены 4 позиционно-динамических района по структуре полос и ярусов, что отражает расположение бассейна в горной и предгорной частях Крыма.

Методика сочетает автоматические операции (выделение ландшафтных контуров) и логические (объединение контуров в позиционно-динамические ярусы и районы), которые в ArcGIS 9.3 выполняются вручную, поэтому можно говорить о полуавтоматизированном составлении схемы.

Выводы

Позиционно-динамическая структура отражает наиболее важные свойства ландшафтов, влияющие на характер перераспределения вещественно-энергетических потоков и загрязняющих веществ, а ее рассмотрение важно при изучении речных бассейнов. С помощью ГИС-пакетов ArcGIS 9.3 и ArcHydro 4.1. используя разработанную методику автором была составлена схема позиционно-динамической структуры бассейна р. Малый Салгир, которая может служить основой для оптимизации природопользования на водосборе.

Литература

1. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтої екології / М. Д. Гродзинський. – К.: Либідь, 1993. - 224 с.
2. Методические указания по ландшафтным исследованиям для сельскохозяйственных целей / [ред. Г.И. Швобс, П.Г. Шищенко]. – М.: Изд-во ВАСХНИЛ, 1990. - 58 с.
3. Кащавцева А.Ю. Моделирование речных бассейнов средствами ArcGIS 9.3 / А.Ю. Кащавцева, В.Д. Шипулин // Ученые записки Таврического национального университета. Серия «География». – 2011. – Т. 24 (63). - №3. – С. 85-92.
4. Погребной И. А. Исследование деградации речной сети малых рек картографическим методом с использованием геоинформационных способов / И. А. Погребной // Вісник Одеського національного університету. Географічні та геологічні науки. – 2010. - Том 15. - Випуск 10. – С. 50-59.
5. Чепелев О.А. Применение ГИС для автоматизированного выделения элементарных участков при организации ландшафтно-экологического мониторинга / О. А. Чепелев // Геоэкология и рациональное природопользование: от науки к практике: Материалы II Международной научно-практической конференции молодых ученых (10-13 октября 2011 г). – Белгород: «ПОЛИТЕРРА», 2011. – С. 58-62.
6. Оньков И.В. Оценка точности высот SRTM для целей ортотрансформирования космических снимков высокого разрешения / И.В. Оньков // Геоматика. – 2011. - №3. – С. 40-46
7. Методы комплексных физико-географических исследований: [учеб. пособие для студ. вузов] / В.К. Жучкова, Э.М. Раковская. – М.: Изд. «Академия», 2004. - 368 с.
8. Світличний О.О. Основи ерозієзнавства / О.О. Світличний, С.Г. Чорний. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. – 266 с.

Анотація. А.М. Власова **Застосування ГІС-технологій при виділенні позиційно-динамічної структури басейнових територій (на прикладі Криму).** Запропоновано методику напівавтоматизованого виділення позиційно-динамічної структури басейнових територій Криму з використанням ArcGIS 9.3 і ArcHydro 4.1. Складена схема позиційно-динамічної структури басейну р. Малий Салгир

Ключові слова: позиційно-динамічна структура, річковий басейн, ГІС-технології

Abstract. A. Vlasova **GIS-technologies application in investigation of position-dynamic structure of river basins (Crimean basins as an example).** The methods of semi-automatic allocation of position-dynamic structure of Crimean basin territories is offered using ArcGIS 9.3 and ArcHydro 4.1. The scheme of the position-dynamic structure of the Malyi Salgir river is made.

Keywords: position-dynamic structure, river basin, GIS technologies

Поступила в редакцию 01.12.2012.