

11. Хорошев А. В. Полимасштабная организация географического ландшафта. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. – 417 с.
12. Черванев И. Г., Боков В. А., Тимченко И. Е. Геосистемные основы управления природной средой. Харьков: Харьковский нац. ун-т, 2004. – 116 с.
13. Экологический след субъектов Российской Федерации. Основные выводы и рекомендации – Всемирный фонд дикой природы (WWF). – М.: WWF России, 2017. – 72 с.
14. Constanza R., Cumberland J., Daly H., Googland R., Noorgaard R. An Introduction to Ecological Economics. St. Lucie Press is an imprint of CRC Press, 1997. – 275 p.
15. Odum E. P., Odum H. Natural areas as necessary components of mans total environment. Trans. 37th N. Amer. Wildlife and Resources Conf., Mexico City, 1972. Washington, DC., 1972. – p.178-189.¥
16. Wackernagel M., Beyers B. Ecological Footprint: Managing our Biocapacity Budget. New Society Publishers, 2019. – 288 p.

Ф. Н. Лисецкий, Ж. А. Буряк, О. А. Маринина, А. О. Полетаев

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»

Белгород, Россия

liset@bsu.edu.ru

**БАССЕЙНОВАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ
РАВНИННОГО КРЫМА КАК ОСНОВА ПРОЕКТОВ ПОЧВОВОДООХРАННЫХ
СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**

Fedor Lisetskii, Janna Burjak, Olga Marinina, Arseniy Poletaev

Belgorod State National Research University

Belgorod, Russia

**BASIN DIFFERENTIATION OF PLAIN CRIMEA LANDSCAPES AS THE BASIS OF PROJECTS OF SOIL-PRESERVED
AGRICULTURE SYSTEMS**

Abstract *The rationale for the environmentally oriented development of regions experiencing problems with the use of land and water resources, assumes the differentiation of geographical space in the basin, is the most objective and natural basis for solving the main geoecological and natural resource problems, which is justified in the concept of environmental management. An objective idea of the spatial organization of basins can be ensured by the use of modern methods of geographic information analysis. The runoff accumulation model was used to build an erosion network on the territory of the Crimean Peninsula, which made it possible to identify more than 6,000 catchments of various orders with a total length of more than 16 thousand km. Using an erosion network layer; the boundaries of the basins were determined automatically by applying a flow direction raster. Permanent and temporary rivers and streams make up 10% of the total number of erosion forms in the region. It is advisable to consider a catchment of a certain order as the operational unit of geoplanning,*

which allows for comparability and consideration of hierarchy when typing and analysing the functioning of research and design objects. The distribution of the orders of the river basins of the Plain Crimea (from 3 to 6, i.e., from the choric to the regional scale level of the basin organization), using the assessment of the type of wellhead alignment, is in the proportion of 41.6% (river) and 58.4% (dry valleys). The Crimean Peninsula has 53 4th order basins with an average area of 250 km² (52% of the peninsula), which are justified as the most promising operational units for the design of land management and water conservation measures.

В вододефицитных условиях, которые сложились на территории Республики Крым, необходим требовательный контроль за использованием водных ресурсов, что предполагает оптимизацию количества прудов в речных системах, расчет лимитов изъятия воды, исходя из величины стока, формирующегося в бассейнах, интересов всех водопользователей с соблюдением экологических ограничений [1]. Не менее важная задача – это широкомасштабная реорганизация системы землепользования в пределах бассейновых территориальных структур. Концепция бассейнового природопользования [4] предполагает внедрение комплексных решений по почвоводоохранному обустройству всей площади водосбора, включая регулирование поверхностного стока воды, водного режима почв, эрозийных потерь почвы в агроландшафтах, оценку динамики формирования делювиальных шлейфов и конусов выноса в результате овражной эрозии, качества водных масс на входе в приёмники (водные объекты).

По отношению ко всей площади полуострова доля Равнинного Крыма составляет 63,8%, из них 35,4% и 28,4% приходится на плакорные и гидроморфные ландшафты [6]. И если средний многолетний годовой сток рек в предгорной и горной части полуострова варьирует от 0,5 до 5 л/с/км², то в пределах Крымской степной провинции он не превышает 0,2 л/с/км². Равнинный Крым характеризуется коэффициентом увлажнения 0,8-1,2, средними месячными запасами продуктивной влаги в пахотном горизонте 20-30 мм, а в метровом слое – 125 мм. Это определяет необходимость использования, адаптированного к местным условиям арсенала агротехнических приемов по снижению испарения и переводу поверхностного стока во внутрипочвенный.

На территории Крымского полуострова при средней густоте речной сети 0,24 км/км² насчитывается 1657 рек общей длиной 5996 км, причем 99,5% рек имеют длину < 50 км [5]. Гидрографическое описание дано в водном реестре [5] для 283 рек длиной > 5 км (включая сухие балки, а также 26 водотоков длиной < 5 км, имеющих гидрографическую значимость) Их суммарная длина составляет 4012 км. К речным бассейнам, не дренирующим подземные воды, относятся очень малые водосборы, как правило 4-го порядка, с площадью $0 \leq F \leq 150$ км². Ранее бассейновый принцип был использован для обоснования границ бассейнов стока рек Крыма [6, рис. 3.1] с подразделением на три группы по экологическому состоянию. Однако при использовании бассейновой концепции природопользования в комплексе водоохраных мероприятий, как правило, нуждаются и бессточные области, которые можно рассматривать в составе «природоохранных бассейновых систем» [6].

Для объективного представления о бассейновой организации территории Равнинного Крыма перспективно использование современных методов ГИС-анализа. С этой целью нами была реализована методика бассейновой дифференциации ландшафтов в программной среде ArcGIS 10.5. Первым этапом

было получение и обработка цифровой модели рельефа (ЦМР) по данным радарной топографической съемки *SRTM (Shuttle radar topographic mission)* разрешением 3 угловые секунды. Для гидрологической корректности ЦМР была обработана набором инструментов *Hydrology* модуля *Spatial Analyst*, что позволило заполнить локальные понижения, определить места внутреннего дренажа, построить растры направлений поверхностного стока воды и суммарной аккумуляции стока.

Построение эрозионной сети выполняли по модели аккумуляции стока, по алгоритм которой определяется количество ячеек вверх по уклону, с которых может поступать сток в каждую последующую ячейку. Ячейки с высоким суммарным стоком могут быть использованы для определения овражно-балочных систем и русел водотоков. Предполагается, что к эрозионной сети относятся ячейки, которые принимают сток с 200 и более ячеек (соответствует 126 га вышележащей водосборной площади для ЦМР выбранного разрешения). Уточнение полученных результатов проводили по топокартам масштаба 1:100 000, при особом внимании к бассейнам Присивашья. После перевода эрозионной сети в векторный формат были определены порядки сети, показывающие меру сложности ее ветвления. Классификацию осуществляли по методу Страллера-Философова, согласно которому элементарным эрозионным формам, не имеющим «притоков», присваивается 1-й порядок. Переходу на более высокий порядок соответствует слияние эрозионных форм одинаковых порядков.

Всего на территории Крымского полуострова было выделено 6092 эрозионные формы (разнопорядковые водосборы) общей протяженностью 16,1 тыс. км (Табл. 1).

Таблица 1.

Характеристика порядковой структуры эрозионной сети Крыма

Порядок	Количество водосборов, шт.	Суммарная длина, км
1	5020	8876
2	824	4091
3	185	2026
4	54	779
5	7	242
6	2	86
ВСЕГО	6092	16100

По слою эрозионной сети были автоматически определены границы бассейнов с использованием раstra направления стока путем размещения точек устьев на краях окна анализа (по береговой линии) (Рис. 1).

Из 6092 выделенных эрозионных форм представлены реками и ручьями постоянного и временного характера 606 (по топокарте М 1:100 000, 1986 г.). Среди речных систем Крыма к самым крупным бассейнам (6-го порядка) относятся р. Салгир (3750 км²) и суходол Чатырлык (2250 км²). По гидрографической классификации они относятся к средним. Остальные реки относятся к малым, их бассейны значительно уступают предыдущим по площади. Так, третий по площади водосбор реки Альма (4 порядок)

охватывает только 640 км². Сложную эрозионную структуру имеют бассейны 5-го порядка (Карасевка, Булганак, б. Донузлав (Каймачинская) и два суходола).

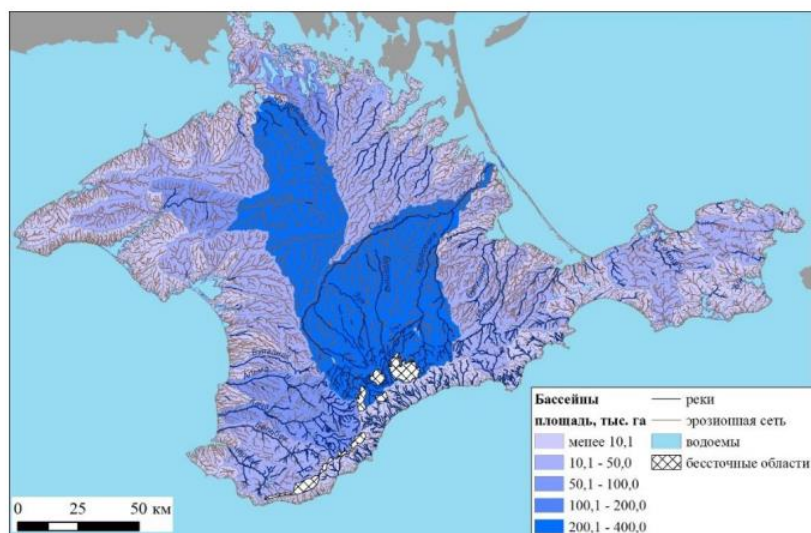


Рисунок 1. Эрозионная сеть и бассейны на территории Крымского полуострова

Бассейны рек на территории Равнинного Крыма, берущие начало на северном склоне Крымских гор, имеют неравномерное распределение густоты речной сети. Она для рек Горного Крыма составляет 0,43 км/км², для рек предгорий – 0,20 км/км², а в Степном Крыму – снижается до 0,07 км/км² (другая особенность этой части полуострова – это отсутствие постоянного водотока на части крупных (> 10 тыс. га) водосборов). Это преимущественно балки Тарханкута (Старый Донузлав, б. Ахтанская и др.), северного Присивашья, Керченского полуострова (табл. 2).

При организации природопользования на бассейновых принципах ключевой задачей является выбор минимальной операционно-территориальной единицы, в пределах которой наиболее перспективно анализировать геоэкологическую обстановку и планировать землеустроительные и водоохранные мероприятия. Такой единицей может выступать водосбор определенного порядка, что обеспечит сопоставимость и учет иерархии при типизации и анализе функционирования объектов проектирования. Для территории Равнинного Крыма такой перспективной единицей может стать бассейн 4-го порядка, т.к. именно они преимущественно обеспечивают функционирование постоянных водотоков вплоть до замыкающего створа, тогда как бассейнам 3-го порядка в большинстве случаев соответствуют балки. Поэтому отдельно рассматривать водосборы 3-го и более низких порядков (за некоторым исключением) для улучшения гидрологической ситуации представляется избыточным. Всего на территории Равнинного Крыма представлены 53 бассейна 4-го порядка, площадью 90-640 км² при среднем значении 250 (±130) км². Сеть бассейнов 4-го порядка покрывается 52% территории полуострова (Рис. 2). Остальные ланд-

шафты либо относятся к прирусловым территориям 5-6-го порядков (8%), либо представлены бассейнами низших порядков (40%), сходных по гидрофункционированию, которые допустимо объединить в локальные группы.

Таблица 2.

Распределение порядков бассейнов Равнинного Крыма по характеру устьевого створа (по данным топокарт М 1:100 000, 1986 г.)

Порядок	Характер створа	
	водоток, шт.	суходол, шт.
6	2	0
5	4	3
4	30	21
3	78	136

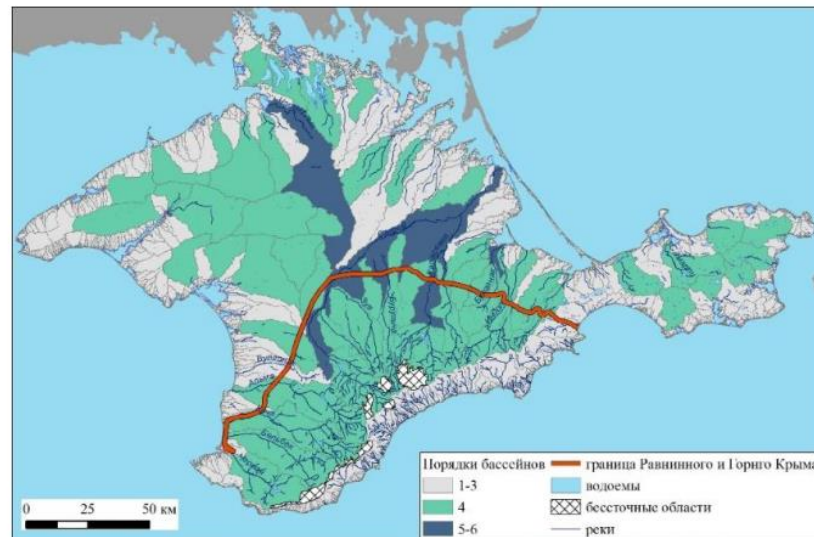


Рисунок 2. Порядковая структура бассейнов Крыма для почвоводоохранных систем земледелия.

Многие водосборы 4-го порядка, даже после их вычленения из крупных бассейновых систем 5-6-го порядков, имеют трансграничный характер, т.е. располагаются в нескольких ландшафтных зонах. В некоторых случаях, например, для оценки антропогенного воздействия [2], такие бассейны целесообразно разделить на равнинную и горную части. Но при решении водоохраных задач трансграничные бассейны целесообразно рассматривать как целостные геосистемы.

В целях снижения остроты проблемы водообеспечения территории Крымского полуострова может быть рекомендована разработанная в НИУ БелГУ бассейновая концепция природопользования [3] и реализованная до уровня внедрения на сопоставимой по площади территории – Белгородской области

(27,1 тыс. км²). Под реализацию концепции бассейнового природопользования, утвержденной правительством Белгородской области в 2012 году, были выполнены проекты геопланирования для 63 речных бассейнов, охватывающих всю территорию региона. Для решения почвоводоохранных задач наиболее эффективна интеграция двух типов дифференциации географического пространства – на бассейновые территориальные структуры и позиционно-динамические (полосно-ярусные структуры ландшафта). Проектная часть почвоводоохранного обустройства территории малых водосборов должна обеспечиваться методико-технологическим комплексом, объединяющим бассейновую концепцию, специального ландшафтного картографирования, расчетные методы стока воды и смыва почвы, результаты дистанционного зондирования и геоинформационные технологии.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ в рамках научного проекта № 20-67-46017.

Литература

1. Волкова Н. Е., Попович В. В. Мониторинг водных объектов Крыма, как составляющая устойчивого социально-экономического развития региона // Национальная Ассоциация Ученых. 2015. № 8-3. – С. 122-125.
2. Дунаева Е. А., Коваленко П. И. Типизация бассейнов рек Крыма по агроландшафтам и экологической нагрузке на них // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2013. № 4 (12). – С. 157-167.
3. Кузьменко Я. В., Лисецкий Ф. Н., Нарожная А. Г. Применение бассейновой концепции природопользования для почвоводоохранного обустройства агроландшафтов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2012. Т. 14. № 1-9. – С. 2432-2435.
4. Лисецкий Ф. Н., Панин А. Г. Бассейновая концепция природопользования на сельских территориях Белгородской области // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. 2013. № 1. – С. 48-51.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Украина и Молдавия. Вып. 4. Крым. Л.: ГМИ, 1966. – 344 с.
6. Современные ландшафты Крыма и сопредельных акваторий / [под. ред. Е.А. Позаченюк]. Симферополь: Бизнес-Информ, 2009. – 672 с.