

И. О. Погребной, аспирант

Одесский национальный университет имени И. И. Мечникова,
кафедра физической географии и природопользования,
ул. Дворянская, 2, Одесса-82, 65082, Украина

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ РЕЧНОЙ СЕТИ МАЛЫХ РЕК КАРТОГРАФИЧЕСКИМ МЕТОДОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СПОСОБОВ

В статье отображены основные результаты исследования деградации речной сети в Одесской области при помощи картографического метода и привлеченных ГИС-способов. Определены масштабы трансформационных процессов в структуре гидрологической сети. Хронологические рамки исследования охватывают период времени с 60-х гг. XIX в. по 1968 год. Исследование осуществлялось с использованием программного ГИС-пакета MapInfo Professional 10.0.1, программы Global Mapper v 11.01 и электронных таблиц Microsoft Office Excel 2007.

Ключевые слова: Одесская область, речная сеть, малая река, деградация, картографический метод, ГИС-способы, порядок реки.

Введение

Учитывая масштабы современной деградации речной сети Украины, обусловленной нерациональной хозяйственной деятельностью, необходимость в ее изучении не вызывает сомнений. Одной из причин деградации речной сети малых рек на сегодня является эрозия почв, продукты которой неизбежно поступают в речную сеть и вызывают заиление ее днищ.

Одним из районов активного проявления водной эрозии, в связи с ней — деградации речной сети в Украине, является Одесская область. По данной проблеме опубликовано большое количество работ (Н. И. Маккавеев, Ю. Г. Симонов, Н. Н. Иванова, И. П. Ковальчук, А. Ю. Сидорчук, В. Н. Голосов и др.), но исследований, посвященных деградации речной сети малых рек Одесской области, не проводилось.

Процесс деградации речной сети — это сложный и длительный процесс, зависящий от многих факторов. Его крайней стадией является отмирание рек — исчезновение постоянных водотоков в результате заполнения русла наносами, захоронения выходов грунтовых вод и перехода руслового стока в подрусловой с превращением речных долин в балки. На основании изложенного можно утверждать *актуальность* данной темы.

Главной причиной сокращения протяженности речной сети как одной из проявлений процесса деградации, по мнению многих специалистов (Н. А. Ржаницына, И. Н. Гарцмана, Р. А. Нежиховского, Ю. Г. Симонова, Б. П. Панова, О. Г. Ободовского, Б. В. Киндюка, И. Е. Егорова и др.), является результат совместного влияния многих факторов, большая часть

которых прямо или косвенно связана с интенсивным развитием склоновых и русловых эрозионно-аккумулятивных процессов. Таким образом, деградация речной сети относится к одним из наиболее опасных процессов, наносящих огромный и многосторонний экономический и экологический ущерб.

Целью данной работы является определение количественных показателей деградации речной сети Одесской области картографическим методом с привлечением ГИС-способов. *Главными задачами*, поставленными в работе для достижения цели, являются:

- а) создание базы данных структуры речной сети Одесской области;
- б) изучение параметров речной сети малых рек исследуемой территории;
- в) выполнение анализа происшедших изменений в речной сети в период с 1863 г. по 1968 г.

Объектом исследования является речная сеть Одесской области.

Предметом исследования — разновременные параметры структуры речной сети (количество, суммарная и средняя длина водотоков разных порядков).

Материалы и методы исследований

Одним из наиболее мощных инструментов исследования и оценки степени деградации речной сети является картографический метод. Наиболее часто динамика изменений во времени исследуется по разновременным картам. Наложение двух разновременных карт, отображающих речную сеть, предоставляет возможность визуально определить изменения за изучаемый период времени, а также помогает установить степень деградации речной сети. Основой для проведения исследований деградации речной сети на территории Одесской области с помощью картографического метода стали следующие карты: военно-топографическая карта Российской империи масштаба 3 версты в английском дюйме, что соответствует масштабу 1:126 000, 1863 года съемки и военно-топографическая карта выпуска 1968 г. (карта Генерального штаба СССР) масштаба 1:100 000. Наиболее эффективным инструментом сопоставления вышеперечисленных материалов и анализа изменений в структуре речной сети исследуемой территории в настоящее время является геоинформационная методика. Именно ГИС-способы предоставляют возможность не только детального описания особенностей строения речной сети и выявления ее изменений, но и дают возможность реализации аналитических процедур — автоматизированное определение параметров структуры речной сети: количества и длины рек разного порядка; площадей водосборов и т.п.

Исследование деградации речной сети малых рек Одесской области осуществлялось в рамках бассейновой концепции с использованием системного и структурного научных подходов. В работе использованы следующие методы, приемы и способы изучения речных систем: историко-географи-

ческий, картометрический анализ, геоинформационное моделирование и теоретические обобщения; применены ГИС-технологии (ГИС-пакет MapInfo Professional 10.0.1, программа Global Mapper v 11.01). В ходе выполнения работы автором была разработана методика создания цифровых карт водотоков разных порядков.

Анализ результатов

Главную роль в изучении речной сети исследуемой территории играет структурный анализ — исследование уровня организации речных систем и соотношение между их элементами (водотоками разных порядков). Первым шагом в изучении структуры речной сети Одесской области было создание электронных карт, которые отображают ее структурную организацию на разных временных срезах.

В первую очередь была осуществлена предварительная обработка исходного электронного картографического материала, которая заключалась в корректировке топографических карт в среде графического редактора Adobe Photoshop 7.0. Далее была выполнена привязка растровых карт к географическим координатам в ГИС-пакете MapInfo Professional 10.0.1 и определена структура базы данных слоя «Речная сеть» (табл. 1). Следующим шагом были оцифрованы топографические карты и сформированы слои электронных карт: граница территории, речная сеть по состоянию на 1863 г. и речная сеть по состоянию на 1968 г. (рис. 1 и 2).

Таблица 1

Фрагмент структуры базы данных слоя «Речная сеть»

Название	Длина (км)	Площадь (км ²)	Исток	Устье	Порядок реки
Кодыма	149	2480	с. Будей (Кодымский район)	р. Южный Буг	3
Тилигул	173	3550	с. Пасицелы (Балтский район)	Тилигульский лиман	3
Малый Ку- яльник	89	1540	пгт. Цебриково (Вели- комихайловский)	Хаджибейский лиман	3
Сарата	119	1250	пн. Брезоя (Молдова)	лиман Сасык	4
Когильник (Кундук)	243	3910	Ниспоренский район (Молдова)	лиман Сасык	5
Без названия	4,8	-	с. Новоселовка (Саратс- кий район)	р. Сарата	1

Последующим шагом стал ввод атрибутивной информации. Задаaniem последнего этапа являлся ввод порядков водотоков, разработка легенды, совмещение слоев, формирование картографического изображения тематических карт и их редактирование, компоновка карты и анализ статистических данных.

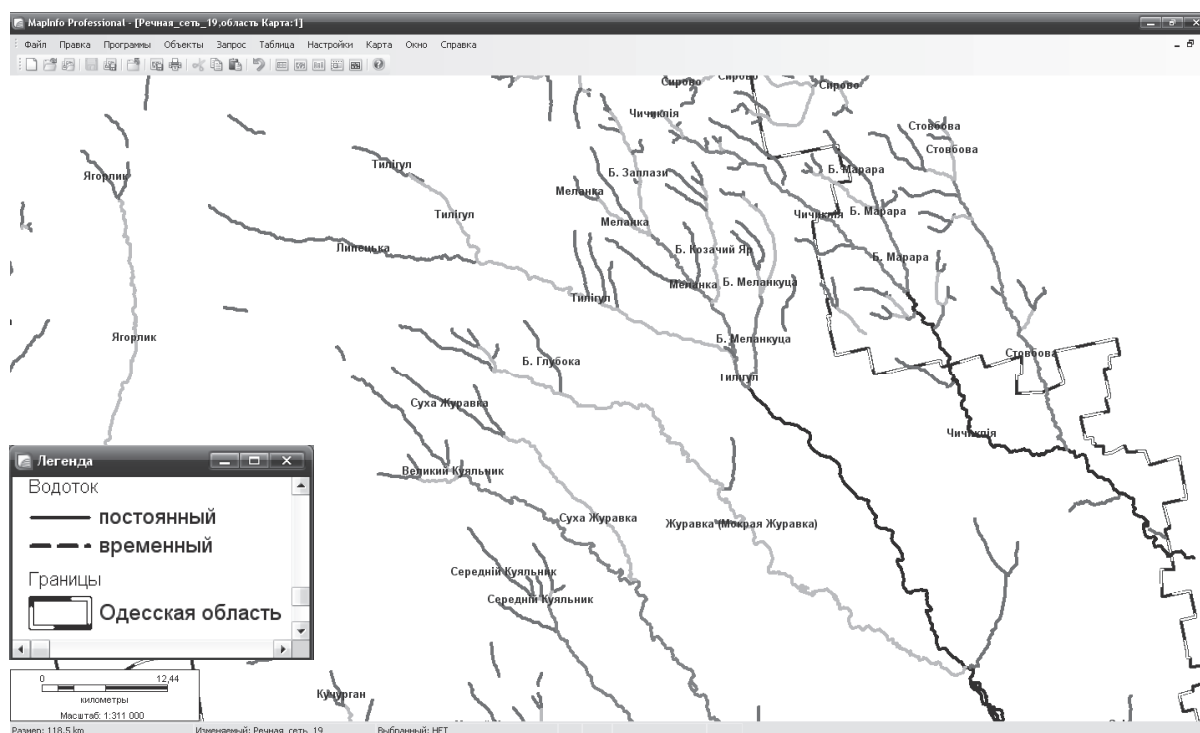


Рис. 1. Фрагмент созданных слоев электронных карт — граница территории Одесской области и речная сеть по состоянию на 1860-е годы

Опираясь на опыт зарубежных и отечественных предшественников в исследовании данной проблемы [1, 4, 5, 6, 8, 9], структура речной сети проанализирована с использованием дихотомической схемы порядковой классификации рек В. Философова–А. Страллера. Изучение параметров структуры речной сети предусматривало:

- а) определение ранга речной сети на разных временных срезах;
- б) подсчет количества водотоков разных порядков по состоянию на 1963 г. и 1968 г.;
- в) измерения суммарной и средней длины водотоков разных порядков.

Использование ГИС-технологии дало возможность визуально установить степень деградации речной сети, а также быстро и качественно получить статистические данные из результирующих таблиц и диаграмм по созданным цифровым картам. На основе анализа показателей структуры (количество, суммарная длина, средняя длина водотоков разных порядков) исследуемой речной сети малых рек за изучаемый период времени выявлено проявление активных трансформационных процессов. В период с 1863 г. по 1968 г. в структуре речной сети малых рек произошли следующие изменения.

Заметное смещение истоков рек вниз по течению. В связи с заилением русел верхних звеньев речной сети, преимущественно водотоков I и II порядков, истоки малых рек намного переместились вниз по течению, что, безусловно, отразилось на длине рек.

Изменение типа водотока. За 100-летний период многие полноводные малые реки Одесской области, которые в прошлом относились к катего-

рии постоянных водотоков, превратились в небольшие временные водотоки. К малым рекам, которые в недавнем прошлом были полноводными, относятся: Журавка, Слипуха, Чичиклия, Царега, Свинная, Алкалия, Большой Катлабух, Ташлык. Были полноводными и к тому же судоходными — Большой и Малый Куяльники, Кодыма, Тилигул, Кучурган, Сарата, Чилигидер, Когильник [3, 10].

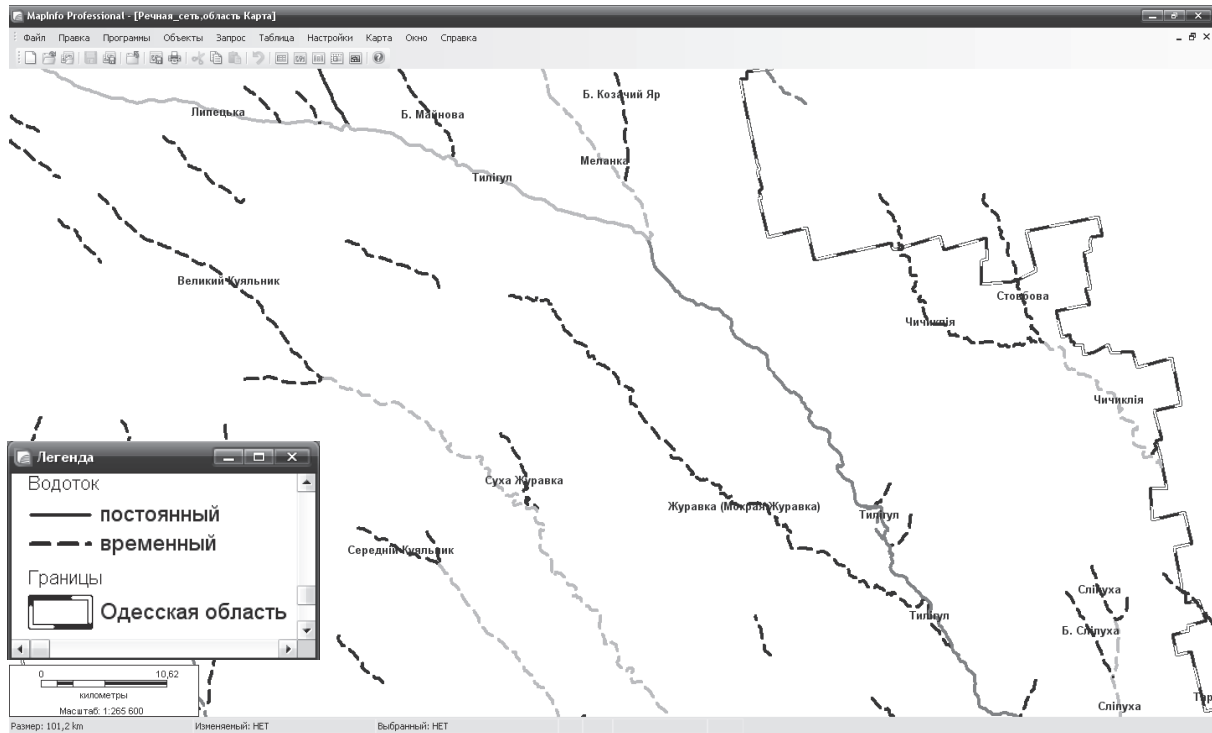


Рис. 2. Фрагмент созданных слоев электронных карт — граница территории Одесской области и речная сеть по состоянию на 1968 г.

1) Большинство малых рек утратили множество своих притоков, в частности, исчезли с «лица земли» такие водотоки как Меланкуца и Терновата (левые притоки Тилигула), Стовбова и Б.Марара (левые притоки Чичиклии), Довбока и Большой Аджалык (соответственно, впадающие в Куяльницкий и Большой Аджалыцкий лиманы).

2) Изменение структуры постоянной русловой сети. Суммарная длина всех постоянных водотоков в пределах территории Одесской области в 60-е годы XIX века составляла 4223,1 км. Но по состоянию на 1968 г. их длина уже составила всего лишь 1527 км, то есть общая длина всех постоянных водотоков за столетний период сократилась почти в 2,8 раза! В связи с этим дальнейший анализ изменения структуры речной сети по водотокам разных порядков проводился отдельно только по сохранившимся постоянным водотокам (рис. 3).

3) Многие водотоки не достигают главной реки, а у самих главных рек как у водотоков наивысших порядков в своих бассейнах изменяется порядок. У большинства главных рек порядок, определяемый по дихотомической схеме классификации рек В. П. Философова–А.Страллера, понизился.

Так, порядок реки Когильник в нижнем течении сменился с 5 на 4-й; у реки Тилигул — с четвертого на второй; у рек Чага, Киргиз-Китай, Нерушай и Сака — с третьего на второй и т.д.

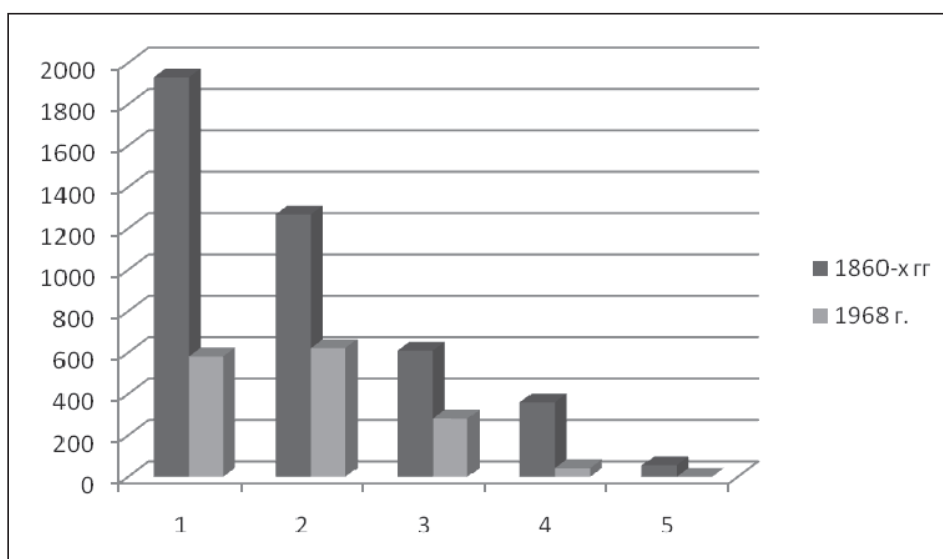


Рис. 3. Соотношение суммарной длины постоянных водотоков разных порядков (в м) по состоянию на 1860 и 1968 годы

Изменение количества суммарной и средней длины постоянных водотоков разного порядка. За изучаемый период в речной сети малых рек Одесской области общее число постоянных водотоков уменьшилось на 424 единицы — с 508 водотоков по состоянию на 1863 г. до 84 водотоков по состоянию на 1968 г. Статистические данные сокращения численности водотоков речной сети Одесской области отдельно по разным порядкам таковы: первого порядка — на 327 единиц; второго — на 76; третьего — на 17; четвертого и пятого, соответственно, — на 3 и 1 водоток. Сокращение суммарной длины водотоков по разным порядкам составило: первого — на 1348,98 км, второго — на 645,84 км, третьего — на 327,99 км, четвертого и пятого, соответственно, — на 317,96 и 55,37 км (табл. 2).

Выводы

По итогам проведенных исследований речной сети малых рек в Одесской области можно сделать следующие выводы:

1) использование картографического метода с привлечением ГИС-технологий является эффективным инструментом исследования деградации структуры речной сети, позволяющим оценить масштабы происшедших изменений за определенный период времени;

2) деградация речной сети малых рек в Одесской области весьма ощутима. Ее признаками являются постепенные сокращения общей длины за счет исчезновения верхних звеньев рек, как элементов ландшафта, преимущественно I и II порядков в связи с зарегулированностью, истощением стока и заилением русел, зарастанием водной растительностью.

Таблица 2
Характеристика показателей структуры речной сети

Порядок водоток	Количество, ед.		Разность		Суммарная длина, км		Разность		Средняя длина, км		Разность	
	1860-е гг	1968 г.	в ед.	в %	1860-е гг	1968 г.	в км	в %	1860-е гг	1968 г.	в км	в %
1	386	59	327	84,70	1930,70	581,72	1348,98	69,90	5,00	9,86	4,86	97,20
2	95	19	76	80,00	1267,90	622,06	645,84	50,94	13,35	32,74	19,39	145,24
3	22	5	17	77,30	609,63	281,64	327,99	53,80	27,71	56,33	28,62	103,28
4	4	1	3	75,00	359,55	41,59	317,96	88,43	89,89	41,59	48,30	53,73
5	1	0	1	100,00	55,37	0,00	55,37	100,00	55,37	0,00	55,37	100,00
Всего:	508	84	424	83,5	4223,15	1527,01	2696,14	63,84	-	-	-	-

Количество постоянных водотоков I и II порядков уменьшилось соответственно на 327 и 76 единиц, а их суммарная длина сократилась на 1348,98 и 645,84 км, в общей сложности — на 1994,82 км. Сокращение суммарной длины всех постоянных водотоков за столетний период составило 2696,14 км, что соответствует 63,84 % от общей длины по состоянию речной сети на 1860-е годы XIX века;

3) для оценки современного состояния и степени деградации речной сети в Одесской области в обязательном порядке нужны еще и наземные (полевые) исследования изучаемой территории, а также использование данных дистанционного зондирования Земли, т.е. космических и аэрофотоснимков.

Литература

1. *Иванова Н. Н.* Исследование малых рек Восточной Европы : Подходы, результаты, проблемы, перспективы / Иванова Н. Н., Голосов В. Н., Ковальчук И. П. // Эрозионные и русловые процессы. — 2005. — № 4. — С. 153–174.
2. *Иванова Н. Н.* Использование картографических источников для изучения антропогенной деградации речной сети / Н. Н. Иванова // XI межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов : 24–26 сентября 1996 г. : тезисы докл. — Казань, 1996. — С. 64–66.
3. *История городов и сел Украинской ССР* : В 26 т. Одесская область / АН УССР. Ин-т истории; гл. редкол. : П. Т. Тронько (пред.) — К. : Гл. ред. Укр. сов. энцикл. АН УССР, 1978. — 865 с.
4. *Казанский Б. А.* Исследования топологии речных систем от Р.Хортон до наших дней / Б. А. Казанский // Труды ДВНИГМИ. — 1977. — № 66. — С. 42–52.
5. *Киндюк Б. В.* Гидрологическая сеть и ливневой сток Украинских Карпат : Монография / Киндюк Б. В. — Одесса : Изд-во «ТЭС», 2003. — 220 с.
6. *Ковальчук І. П.* Регіональний еколого-геоморфологічний аналіз — Львів : Інститут українського географічного вивчення, 1997. — 440 с.
7. *Маккавеев Н. И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне / Николай Иванович Маккавеев. — М. : Географический факультет МГУ, 2003. — 355 с.
8. *Нежиховский Р. А.* Русловая сеть бассейна и процесс формирования стока воды / Р. А. Нежиховский. — Л. : Гидрометеиздат, 1971. — 474 с.
9. *Павловська Т. С.* ГІС-технології в еколого-геоморфологічному аналізі річково-басейнових систем / Т. С. Павловська, В. У. Волошин, Н. В. Чир // Український географічний журнал. — 2009. — № 2. — С. 44–47.
10. *Природа Одесской области.* / Под ред. Г. И. Швобса и Ю. А. Амброз. — Киев; Одесса : Вища школа, 1979. — 144 с.
11. *Симонов Ю. Г.* Речной бассейн и бассейновая организация географической оболочки / Ю. Г. Симонов, Т. Ю. Симонова // Эрозия почв и русловые процессы. — 2004. — № 14. — С. 7–32.

І. О. Погребний

Одеський національний університет,
кафедра фізичної географії і природокористування,
вул. Дворянська, 2, Одеса, 65026, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕГРАДАЦІЇ РІЧКОВОЇ МЕРЕЖІ МАЛИХ
РІЧОК КАРТОГРАФІЧНИМ МЕТОДОМ З ВИКОРИСТАННЯМ
ГЕОІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

Резюме

У статті відображені основні результати дослідження деградації річкової мережі в Одеській області за допомогою картографічного методу і залучених ГІС-технологій. Визначені масштаби трансформаційних процесів у структурі гідромережі. Хронологічні рамки дослідження охоплюють період з 60-х рр. XIX ст. по 1968 рік. Дослідження проводилися з використанням програмного продукту ГІС-пакету MapInfo Professional 10.0.1, програми Global Mapper v 11.01 і електронних таблиць Microsoft Office Excel 2007.

Ключові слова: Одеська область, річкова мережа, мала річка, деградація, картографічний метод, ГІС-технології, порядок ріки.

I. O. Pogrebnoy

Odessa National University,
Department of Physical Geography and Nature Management,
Dvoryanskaya St., 2, Odessa-82, 65082, Ukraine

**INVESTIGATION OF DEGRADATION RIVER NETWORK OF SMALL
RIVERS CARTOGRAPHICAL METHODS USING GEOINFORMATION
TECHNOLOGIES**

Summary

The article is the main results of the study degraded river system in the Odessa region using mapping method and obtained GIS technologies. The scope of transformation processes in the structure of drainage. The chronological framework of the study covers the period from 60-ies XIX century to 1968. The study was carried out using the GIS software package MapInfo Professional 10.0.1, a program of Global Mapper v 11.01 and spreadsheets Microsoft Office Excel 2007.

Key words: Odessa region, river network, a small river, degradation, mapping method, GIS technology, order river.