

**ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ СТРУКТУРЫ ЕСТЕСТВЕННЫХ  
ВОДОСБОРОВ НА ТЕРРИТОРИИ Г. МИНСКА**

Е.П. Овчарова

к.г.н

geosystem1@rambler.ru

Институт природопользования НАН Беларуси

Н.В. Ковальчик

к.г.н, доцент

kovalchiknv@gmail.com

С.В. Алисиевич

студент 4 курса

Белорусский государственный университет

Минск (Республика Беларусь)

**ASSESSMENT OF TRANSFORMATION OF THE NATURAL  
WATERSHEDS STRUCTURE ON THE MINSK TERRITORY**

A. Aucharova

PhD

geosystem1@rambler.ru

Institute of Environmental Management of the

National Academy of Sciences of Belarus

N. Kavalchik

PhD, Associate professor

kovalchiknv@gmail.com

S. Alisieovich

4th year student

Belarusian State University

Minsk (Republic of Belarus)

**Аннотация.** Работа выполнена с использованием инструментов гидрологического моделирования модуля Arc Hydro в программном комплексе ESRI ArcGIS Desktop 10.7. В ходе работы проведено ГИС-картографирование локальных водосборов города Минска; водосборов ретроспективной гидрографической сети и коллекторов ливневой (дождевой) канализации, трансформации пространственной структуры естественных водосборов на

современном этапе развития города, а также выполнены обработка и научный анализ полученных данных.

**Abstract.** The work was carried out using the hydrological modeling tools of the Arc Hydro module in the ESRI ArcGIS Desktop 10.7 software package. During the work, GIS mapping was performed: local catchments of the Minsk city, catchments of a retrospective hydrographic network and urban runoff drainage system, transformation of the spatial structure of natural catchments at the present stage of city development. Processing and scientific analysis of the obtained data were carried out.

**Ключевые слова:** локальный водосбор; ретроспективная гидрографическая сеть; ливневая канализация; пространственная структура водосборов.

**Keywords:** local catchment; retrospective hydrographic network; urban runoff drainage; spatial structure of catchments.

В современных условиях территория города в целом и гидрографическая сеть в частности подвергаются сильной трансформации. В результате застройки и освоения территории уменьшается длина рек, дренирующих территорию города, формируются техногенные водосборы сети дождевой канализации, реки забираются в коллекторы и пересыхают, в том числе из-за эксплуатации водозаборов подземных вод [1, 2]. Ввиду перечисленных факторов, оценить современную пространственную структуру естественных водосборов на территории Минска и ее изменение за счет антропогенной нагрузки представляет собой актуальную задачу.

Выделение локальных водосборов на территории г. Минска проводилось в программном комплексе ESRI ArcGIS Desktop 10.7 с использованием инструментов гидрологического моделирования модуля Arc Hydro. Для этого была использована методика выделения водосборных областей, разработанная создателями данного модуля [3, 4]. В качестве исходных данных была использована цифровая модель рельефа (ЦМР) г. Минска с пространственным разрешением 10 м. Выделение водосборов проводилось в несколько этапов.

Первым этапом построения локальных водосборов являлась обработка исходной ЦМР с целью создания гидрологически корректной цифровой модели рельефа. Далее выполнялось определение направления стока в каждой ячейке модели, вычисление суммарного стока, определение потоков для получения раstra водотоков и их сегментов, построение очертаний сетки водосбора для получения ее раstra. На втором этапе производилась автоматизированное выделение границ водосборных бассейнов, на третьем этапе – ручная доработка. Результатом явилась карта локальных водосборов в пределах современной

границы г.Минска (73 локальных водосбора), которая послужила основой для выделения водосборов ретроспективной гидрологической сети на территории города.

В современных границах города выделены естественные водосборы 15 водотоков: Свислочь, Цна, Дививелка, Слепянка, Лошица, Мышка, Грушевский, Переспа, Немига, Дrajня, Тростянка, Сенница, Крупица, Серебрянка, Слоуст. Часть из них существует в настоящее время, часть исчезла, часть заключена в подземные коллекторы (например, Немига), часть преобразована в коллекторы ливневой канализации (например, Переспа, Дrajня и т.д.).

Густота эрозионного расчленения водосборов на территории Минска колеблется в пределах 1,9–2,4 км/км<sup>2</sup>. Минимальные значения характерны для водосборов рек Немиги и Сенницы, максимальные – для водосборов рек Дививелки, Лошицы, Свислочи и Слепянки.

Минимальные площади водосборов ретроспективной гидрографической сети в пределах современной территории города Минска характерны, как правило, для несуществующих в настоящее время водотоков: Крупица (4,80 км<sup>2</sup>), Серебрянка (5,26 км<sup>2</sup>), Немига (5,35 км<sup>2</sup>), Дививелка (6,46 км<sup>2</sup>). Это малые водотоки, водосборы которых представлены 1–2 локальными водосборами.

Такие несуществующие водотоки как Грушевский (9,14 км<sup>2</sup>), Переспа (14,25 км<sup>2</sup>) и Дrajня (15,58 км<sup>2</sup>) имеют более крупные водосборы, которые в свою очередь также представлены 1–2 локальными водосборами.

Далее по возрастанию площади следуют водосборы водотоков Лошицы (21,41 км<sup>2</sup>) и Мышки (23,32 км<sup>2</sup>), которые включают 6 и 4 локальных водосбора, соответственно.

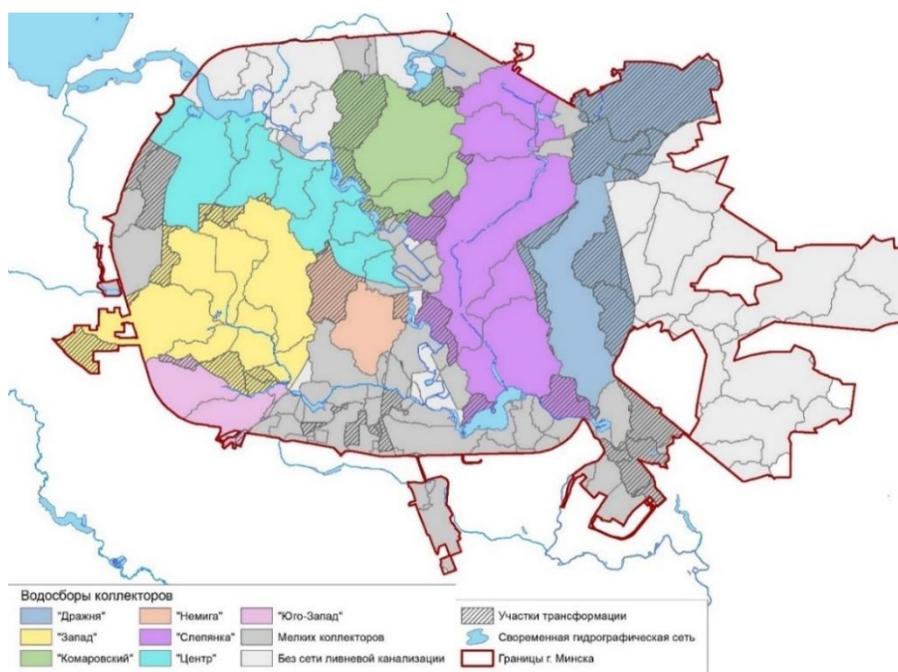
Самыми крупными по площади водосборами ретроспективной гидрографической сети в пределах современной территории города Минска являются водосборы Тростянки (57,36 км<sup>2</sup>), Слепянки (64,78 км<sup>2</sup>) и Свислочи (71,25 км<sup>2</sup>).

В отдельную группу могут быть выделены водотоки, которые протекают за пределами или по окраинам города, и, в следствие чего, в пределах современной территории города Минска находиться лишь небольшая часть их водосбора: Сенница (8,20 км<sup>2</sup>), Слоуст (9,30 км<sup>2</sup>), Цна (14,25 км<sup>2</sup>).

В настоящее время система дождевой канализации Минска состоит из 7 крупных магистральных коллекторов: «Комаровка», «Центр», «Немига», «Запад», «Юго-Запад», «Дrajня» и «Слепянка» (объем сброса более 1000 тыс.

м<sup>3</sup>/год). Коллекторы «Комаровка», «Центр» и «Немига» имеют самостоятельные выпуски (после очистных сооружений) в р. Свислочь в центральной части города, коллекторы «Дражня» и «Слепянка» – общий выпуск в р.Свислочь после пруда-регулятора в районе ул. Инженерной, коллекторы «Запад» и «Юго-Запад» – общий выпуск в р.Лошицу после очистных сооружений в районе ул. Семашко. На долю этих 5 выпусков приходится 85,7 % поверхностного стока, формирующегося в пределах города и поступающего через систему дождевой канализации в водотоки. Еще 9,5 % приходится на 15 выпусков более мелких коллекторов (объем сброса 100–1000 тыс. м<sup>3</sup>/год). На остальные 80 мелких выпусков (объем сброса менее 100 тыс. м<sup>3</sup>/год) приходится только 4,8 % от общего сброса поверхностного стока.

Как указано выше, строительство системы дождевой канализации для отвода поверхностного стока, формирующегося на территории Минска, существенно трансформировали естественные водосборы водотоков города (рис. 1). В настоящее время доля территорий Минска обеспеченных сетями дождевой канализации составляет 75,2 %.



**Рисунок 1.** – Карта-схема участков водосборов, изменивших принадлежность к другому водотоку на территории Минска

В целом существующую коллекторную сеть с выпусками в р. Свислочь и ее притоки можно условно считать новыми техногенными притоками реки на территории г.Минска, возникшими в результате урбанизации водосбора. Как правило, магистральные и крупные коллекторы в той или иной мере наследуют

водосборы естественной речной сети. Анализ данных показал, что на территории Минска можно выделить 4 направления трансформации:

1. Полное исчезновение водотока, функцию по отводу поверхностного стока с водосбора осуществляет коллекторная сеть. Это такие водотоки как Грушевский, Дививелка, Дrajня, Крупица, Серебрянка, Переспа, Немига. Доля площади таких водосборов составляет 18,4%.

2. Фрагментация локальных водосборов за счет мелких коллекторов дождевой канализации с самостоятельными выпусками в водоток (более 80 выпусков). Большинство таких выпусков приурочены к р.Свислочи в центральной части города и к р. Лошице в районах Курасовщины, Серова, Минск-Мира и Лошицы. Доля площадей водосборов таких коллекторов составляет 18,9 %.

3. Укрупнение водосборов магистральных коллекторов по сравнению с водосборами наследуемых водотоков за счет отведения стока с части водосбора другого водотока. Такая ситуация характерна для коллекторов дождевой канализации «Комаровский», «Запад», «Немига» и «Дражня».

4. Уменьшение площади водосборов магистральных коллекторов относительно площади водосбора наследуемого водотока за счет фрагментации и отведения части стока другим коллектором. Такая ситуация характерна для коллекторов дождевой канализации «Центр», «Юго-Запад» и «Слепянка».

Доля территорий, которые из-за антропогенной трансформации изменили принадлежность от водосбора одного водотока к водосбору другого водотока в пределах Минска составила 17,9 % (59,3 км<sup>2</sup>).

#### **Библиографические ссылки**

1. Овчарова, Е.П. Эколого-геохимическая оценка поверхностного стока с городской территории (на примере г. Минска): автореф. дисс. ... канд. геогр. наук. – Минск: Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии НАН Беларуси, 2006. – 22 с.

2. Кадацкая, О.В. Гидрографическая сеть урбанизированных территорий как элемент формирования природного каркаса города / О.В. Кадацкая, Е.В. Санец, Е.П. Овчарова // Современные проблемы ландшафтоведения и геоэкологии : материалы VI Международной научной конференции (к 100-летию со дня рождения профессора В.А. Дементьева), Минск, 13–16 ноября 2018 года / Под редакцией А.Н. Витченко. – Минск: Белорусский государственный университет, 2018. – С. 194–196.

3. Arc Hydro: GIS for Water Resources [Electronic resource] / Esri. – Mode of access: <https://www.esri.com/content/dam/esrisites/sitecore-archive/Files/Pdfs/library/fliers/pdfs/archydro.pdf>. – Date of access: 15.02.2023.

4. Arc Hydro Tools Tutorial Version 2.0 – October 2011 [Electronic resource]. – Mode of access: [https://downloads.esri.com/archydro/archydro/tutorial/doc/arc hydro tools 2.0 - tutorial.pdf](https://downloads.esri.com/archydro/archydro/tutorial/doc/arc%20hydro%20tools%20-%20tutorial.pdf). – Date of access: 20.02.2023.