

Ученые записки Таврического национального университета имени В.И.Вернадского  
Серия «География». Том 24 (63). 2011 г. №2, часть 2. С. 51-58

**УДК 631.432 551.477**

## **ПОДХОДЫ К ИНФОРМАЦИОННО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДНОГО БАЛАНСА КРЫМА**

**Соцкова Л. М.<sup>1</sup>, Смирнов В. О.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского, Симферополь, Украина*

<sup>2</sup>*Крымский научный центр НАНУ и МОНУ, Симферополь, Украина*

В работе предложены подходы к информационно-картографической интерпретации трансформации водного баланса Крыма. Рассмотрены особенности построения информационно-kartографических баз данных трансформации статей приходной и расходной частей водного баланса, подходы к их созданию и использованию.

**Ключевые слова:** водный баланс, трансформация, элементы водного баланса, информационно-картографическая интерпретация, подходы, Крым

### **ВВЕДЕНИЕ**

Изучение направлений трансформации водного баланса Крыма возможно только при наличии полной информации о природных и антропогенных условиях региона на всех стадиях процесса. При активном использовании и преобразовании водных ресурсов территории и достаточной ее изученности, необходима систематизация уже накопленных данных. Причем ценность информации возрастает в том случае, если она увязана в единую информационно-графическую систему. При этом возникают два типа задач: связанные со сбором, организацией и хранением данных; и анализа, интерпретации и построения цифровых моделей трансформации водного баланса.

**Актуальность.** Анализ трансформации структуры водного баланса (ВБ) на территории Крыма в XX веке чрезвычайно важен в целях раскрытия закономерностей формирования его пространственной и временной структуры в разных регионах полуострова под влиянием природных и хозяйственных факторов.

Цель исследования: разработка процедуры информационно-картографической интерпретации трансформации водного баланса для оценки современного его состояния и возможных изменений при различных сценариях изменения природных и антропогенных факторов.

Научная новизна – обоснование групп операций, приемов и алгоритмов процедуры информационно-картографической интерпретации трансформации приходных и расходных статей водного баланса Крыма под влиянием погодно-климатических факторов, преобразования ландшафтной структуры, переброски воды по Северо-Крымскому каналу и изменений хозяйственной деятельности. Для выявления факторов и поиска путей оптимизации структуры водного баланса.

### **1. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Базовые понятия, термины и формулировки, иллюстрирующие трансформацию водного баланса, его пространственно-временные закономерности рассмотрены ниже (табл. 1, рис.1).

**Основные положения исследования.** Под водным балансом (ВБ) традиционно [1,2,4] понимается количественное выражение круговорота воды в отдельных районах, т.е. количественная характеристика всех форм прихода и расхода воды. В формировании водного баланса территории участвует сложный комплекс природных и хозяйственных условий. Из первых – особенности структуры ВБ и гидрологического режима территории определяют климат, рельеф и почвенно-растительный покров. Из вторых – антропогенная преобразованность ландшафтов, использование транзитных вод, межбассейновая межрегиональная и внутри региональная переброска вод и зарегулированность стока. Согласно представлениям К. П. Воскресенского (1972), "математической моделью гидрологического цикла является уравнение водного баланса, выражающее общую закономерность накопления и расходования влаги в бассейне".

В общем виде элементы ВБ передает система следующих уравнений:

$$R = S + U; P = S + U + E; W = P - S = U + E \quad (1),$$

где:

*R* - полный речной сток;

*S* - поверхностный речной сток;

*U* - подземный сток;

*P* - осадки, выпадающие на поверхность речного бассейна;

*E* - испарение;

*W* - валовое увлажнение территории (ресурсы почвенной влаги).

Для оценки каждой из частей водного баланса применяются специальные методики экспериментальных исследований и расчетов.

## 2. ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Проблемы трансформации водного баланса и ландшафтно-экологических процессов в Крыму чрезвычайно важны и актуальны. Реки и потоки подземных грунтовых вод региона до середины XX века представляли собой естественные малоизмененные природные системы, слагающие местные водные ресурсы. Речные системы, грунтовые воды, принимающие водоемы и водосборные территории образовывали единую региональную систему. Изменения в соотношении местных и транзитных вод полуострова произошли вследствие эксплуатации Северо-Крымского канала. Канал, построенный в 60-х годах на протяжении более, чем полувекового своего функционирования, являлся и является каркасом водохозяйственной системы Крыма. Он спроектирован в расчете на пропуск воды до 3,0 – 3,5 млрд. м<sup>3</sup> (1986 г.), что, естественно резко преобразовало валовое увлажнение территории.

Поэтому выявление закономерностей колебаний приходной и расходной частей ВБ должно быть основано на исследовании изменчивости всех основных элементов системы с учетом их генезиса и пространственно-временной связности. А транзитный сток и связанные с ним сезонные метаморфозы увлажнения почв, испарения, транспирации, формирования дренажных вод как важнейший из элементов регионального водного баланса.

Предварительное изучение ситуации, выявление закономерностей пространственно-временного распределения и взаимодействия составных частей ВБ

выявило необходимость учета оценки и прогнозирования природных и антропогенных факторов, действующих на формирование статей ВБ. Характеристики дискретности, оперативности, используемой информации, установление периодизации получаемых данных (постоянная, временная, сезонная, эпизодическая) должны отвечать назначению выполнения фактических и прогнозических оценок ВБ в региональном, или локальном масштабе

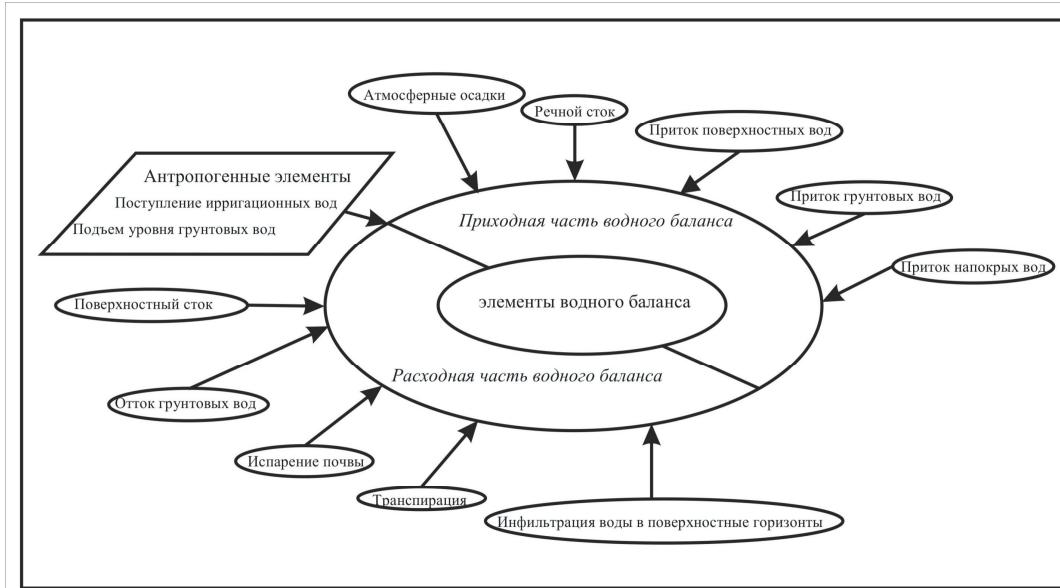


Рис. 1. Элементы трансформации водного баланса

Все элементы водного баланса (включая возобновимые) различных регионов Крыма, имеют большие значения и изменяются неравномерно. В целях исследования преобразования структуры БВ необходимо решить следующие задачи:

- сформировать непрерывные ряды климатических показателей - годовых осадков, речного стока и температуры воздуха в целом для горного и равнинного Крыма, так же для выбранных ключевых участков;
- оценить применимость известных методов для расчета испаряемости и испарения, уточнить возможности их использования для исследуемых территорий и получить расчетным путем хронологические ряды испаряемости и суммарного испарения на разных масштабных уровнях;
- разработать методы корректировки измеренных осадков и уравнения водного баланса региона;
- выявить и статистически оценить детерминированные тенденции в ходе сформированных рядов, их компоненты и случайные составляющие;
- установить закономерности хронологических колебаний речного стока на основе изучения изменчивости всех основных его элементов с учетом особенностей их генезиса;

- установить взаимосвязь и согласованность колебаний основных климатических характеристик и составляющих водного баланса (в том числе и на орошаемых землях).

Процедура изучения последствий воздействия антропогенной деятельности на водный баланс и режим вод, выявление и прогнозирование гидроэкологических ситуаций предполагают реализацию ранжирования и определения соподчиненности подсистем и блоков информационно-графической интерпретации трансформации водного баланса. В первую очередь выделение двух основных блоков:

- выбор тестовых показателей – фиксации фактических данных о факторах и показателях ВБ для мало нарушенных, антропогенно преобразованных территорий и типичных ландшафтных комплексов;

- оценивания – сравнения фактических данных о содержании приходных и расходных статей ВБ со значениями его оптимальной структуры; выявление возможностей антропогенного преобразования составляющих природного водного баланса в рамках оптимизационных вариантов.

- прогнозирования – сравнения прогностических данных о природных и антропогенных факторах формирования ВБ с их нормальными (заданными) значениями.

Выявленные закономерности многолетних колебаний основных составляющих водного баланса территории должны быть графически интерпретированы в виде карт Крыма: атмосферных осадков, поверхностного стока, суммарного испарения, испаряемости в масштабе 1:400000. Характеристики ВБ будут включать и крупномасштабное картографирование величин стока, испарения, типов водного режима, модуля и слоя стока, расхода воды по водосбору типичных ландшафтов, построение диаграмм типов рек по внутригодовому распределению стока и расчеты водоохранного расхода воды в реках.

А это в свою очередь позволит перейти к построению модели связей составляющих водного баланса с погодно-климатическими процессами, хозяйственной деятельностью и структурой ландшафта и к прогнозу компонентов водного баланса на ближайшие годы на основе метода многокритериальной оптимизации.

В водно-балансовых исследованиях наиболее характерным критерием определения равновесия служит норма речного стока [5], позволяющая оценить водообеспеченность отдельных районов. Как указывалось выше, среднегодовые характеристики стока связаны с факторами его формирования – осадками, испарением, подземным питанием.

Норма стока, выраженная в модуле или слое стока, обладает тем существенным преимуществом, что с ее помощью можно сравнивать реки с различными по величине водосборами. Второй важной особенностью представляется отсутствие ее зависимости ее от площади водосбора реки. А это в свою очередь позволяет характеризовать относительную водность с помощью разномасштабных карт изолиний нормы годового стока рек или расхода воды по водосбору, в том числе для природоохранных территорий (рис. 2).

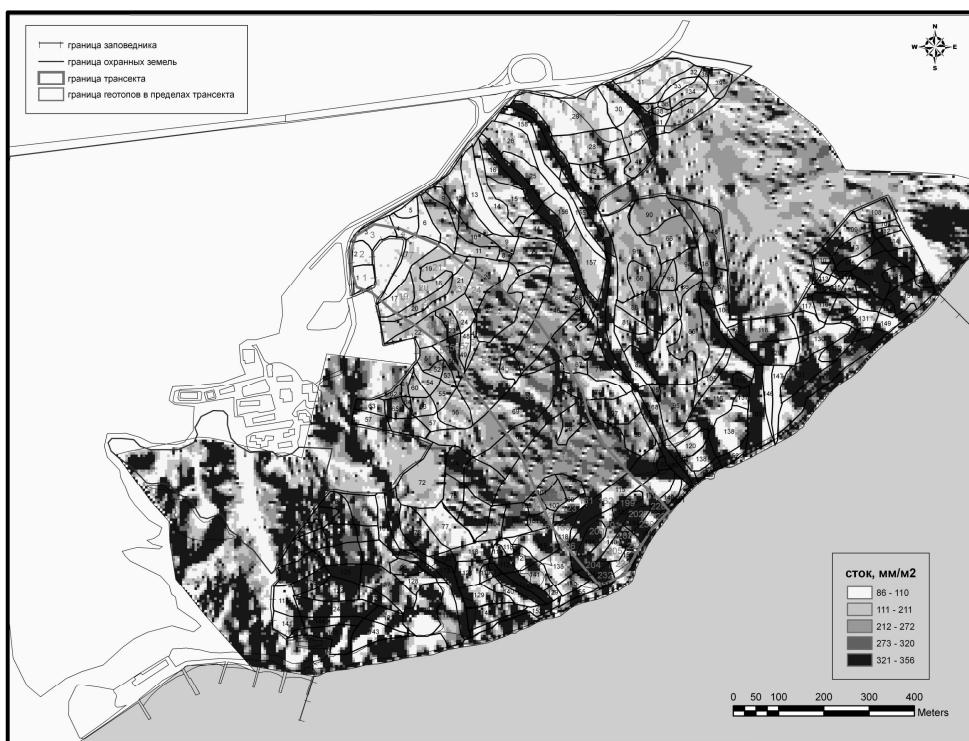


Рис. 2. Величина стока за год на территории заповедника „Мыс Мартъян”

Применению методов системного анализа, теории оптимального управления и математического моделирования к оценке преобразованности водного баланса посвящены работы многих авторов. Сколько-нибудь полная библиография только об

оптимизационных моделях потребовала бы упоминания десятков работ. Прежде всего, это работы [5, 6, 7].

Несмотря на определенные успехи в разработке моделей, их алгоритмического, программного и информационного обеспечения оптимизационные модели пока не достаточно используются при оценке и прогнозе структуры ВБ и предложений по ее оптимизации. Их применение ограничено недостатком данных и нехваткой подходящих для определенных целей моделей.

По мнению авторов, базовыми элементами информационного моделирования карт трансформации водного баланса являются: цифровая картографическая основа, первичные гидрологические, геологические, климатические данные, производные данные материалов предшественников.

Цифровая картографическая основа является несущей конструкцией моделирования. Она должна сохранять преемственность от масштаба к масштабу.

Первичная гидрологическая, геологическая, климатическая информация обеспечивает возможность создания компонентов модели в полном объеме полевых наблюдений. При этом данные должны иметь надежную координатную привязку и структурироваться по единым законам и понятиям.

Перевод этого процесса в автоматизированный режим возможен при условии четкого разграничения набора операций на те, которые будут автоматизированы, и другие, не подлежащие автоматизации по техническим причинам.

Вопросы сбора, обработки и анализа данных по изысканиям уже несколько лет успешно решаются на базе программных комплексов ГИС при создании банков цифровых данных, которые позволяют проводить анализ, интерпретацию и построение векторных, растровых и матричных карт необходимого содержания, разрабатывать специализированные ГИС-приложения в среде Windows, решать типовые прикладные задачи.

Система организации данных позволяет строить карты трансформации водного баланса, прогнозировать опасные природные и антропогенные процессы (карст, оползни и т. д.), проводить поиск информации и осуществлять мониторинг гидрологической среды. Степень детализации информации зависит от стадии инженерных изысканий.

Для исследования трансформации водного баланса данные, как правило, представлены в масштабе 1:50000 – 1:1.000.000. Структура базы данных предусматривает возможность ввода информации крупно-, средне- и мелкомасштабных работ. В зависимости от вида и масштаба построения карты проводится генерализация исходных данных.

При выборе расчетных параметров для характеристики процессов трансформации водного баланса вводятся данные по классификатору приведенному ниже.

Анализ методических рекомендаций и нормативных документов позволил обобщить полный комплекс факторов, используемых при построении трансформации водного баланса. Структура электронного классификатора состоит из нескольких слоев, в каждом из которых расположены характерные для данного слоя объекты.

В табл. 1 приведены типы объектов, располагаемые в каждом слое.

Таблица 1.

Структура классификатора элементов водного баланса

Природные элементы	
<i>Приходная часть водного баланса</i>	<i>Расходная часть водного баланса</i>
Атмосферные осадки	Поверхностный сток
Речной сток	Транспирация
Приток поверхностных вод	Испарение почвы
Приток грунтовых вод	Отток грунтовых вод
Приток напорных вод	Инфильтрация воды в поверхностные горизонты
Антропогенные элементы	
Поступление ирригационных вод	
Подъем уровня грунтовых вод	

Для каждого объекта разработан код, ключ, семантика, позволяющие осуществлять связь и проводить операции по выборке данных, построению карт, математическим расчетам. Классификаторы карт масштабов предназначены для построения карт трансформации водного баланса.

Система ввода в банк данных предусматривает импорт текущей информации и ввод архивной информации с бумажных носителей. Текущая информация представляет собой результаты обработки первичных полевых данных программными средствами.

Карты на бумажной основе сканируются на планшетных сканерах формата А3 (А0). Отсканированные карты трансформируются, затем выполняется их координатная привязка, а также векторизация в ГИС.

Хранение данных осуществляется в базе, состоящей из нескольких взаимосвязанных таблиц в формате DB.

## ВЫВОДЫ

Таким образом, информационно-картографическая интерпретация трансформации водного баланса базируется на построениях моделей связей составляющих водного баланса с погодно-климатическими процессами, хозяйственной деятельностью и структурой ландшафтов. Полный комплекс учитываемых факторов реализуется в виде электронного классификатора, состоящего из нескольких слоев, включающих характерные для данного слоя объекты. На основе анализа временных рядов атмосферных осадков и речного стока, а также оценки возможных масштабов и форм хозяйственной деятельности (в том числе поступления воды по Северо-Крымскому каналу), возможен прогноз структуры водного баланса на ближайшие годы.

## Список литературы

1. Львович М.И. Человек и воды. Преобразование водного баланса и речного стока. / Львович М.И. – М. : Мысль, – 1974.
2. Львович М.И. Мировые водные ресурсы и их будущее / М.И. Львович. – М. : Мысль, – 1974. – 448 с.
- Львович М.И. Защита вод от загрязнения / М.И: Львович. – Л.: Гидрометеоиздат, – 1977. – 168 с.
3. Коронкевич Н.И. Гидрологическая роль гидографической сети./ Коронкевич Н.И. // В кн.: Малые реки. – М. Мысль, –1981, – с.85-93.
4. Поливариантное оценивание возможных климатических изменений речного стока на примере бассейна Северной Двины / [ Бельчиков В.А. , Полунин А.Я. , Симонов Ю.А. , Христофоров А.В. ] // Метеорология и гидрология» №4 – 2009. – С.
5. Великанов А.Л. Моделирование процессов функционирования водохозяйственных систем / Великанов А.Л. – М.: Наука, –1990. – 105с.
6. Пряжинская В.Г. Математическое моделирование в управлении водными ресурсами. / Пряжинская В.Г. – М.: Наука, –1995. – 198 с.

**Соцкова Л. М. Підходи до інформаційно-картографічної інтерпретації трансформації водного балансу Криму / Соцкова Л. М., Смирнов В. О. // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Географія. – 2011. – Т.24 (63). – № 2, ч. 2 – С. 51-58.**

У роботі розглянуто підходи до інформаційно-картографічної інтерпретації трансформації водного балансу Криму. Розглянуто особливості побудова інформаційно-картографічних баз даних трансформації водного балансу, підходи до їх створення і використання.

**Ключові слова:** водний баланс, трансформація, елементи водного балансу, інформаційно-картографічна інтерпретація, підходи, Крим

**Sotskova L. Approaches to Information and Cartographic Interpretation of transformation of the water balance of the Crimea / Sotskova L., Smirnov V. // Scientific Notes of Taurida National V. I. Vernadsky University. – Series: Geography. – 2011. – Vol. 24 (63). – № 2, p. 2 – P. 51-58.**

The paper discusses approaches to information and Cartographic Interpretation of transformation of the water balance of the Crimea. The features of the construction of information and cartographic databases transformation of a water balance approaches to their creation and use are described.

**Keywords:** water balance, transformation, the elements of water balance, information and cartographic interpretation, approaches, Crimea

*Поступила в редакцію 08.04.2011 г.*