

СЕКЦИЯ
«ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СРЕДСТВ
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ В СИСТЕМЕ
МОНИТОРИНГА АГРОЭКОСИСТЕМ»

DOI:

**ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СВЯЗЕЙ
МЕЖДУ БИОПРОДУКТИВНОСТЬЮ ПОСЕВОВ И
ВОДОБЕСПЕЧЕННОСТЬЮ ТЕРРИТОРИИ**

Е. А. Дунаева

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

В статье предложен интегрированный подход к оценке водообеспеченности территории на основе определения уровня биопродуктивности посевов сельскохозяйственных культур. Новизна подхода заключается в одновременном использовании для комплексной оценки данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), расчетных параметров агрогидрологического моделирования и материалов выборочных наземных наблюдений. Алгоритм оценки водообеспеченности территории апробирован на примере степной части Крымского полуострова, представлены укрупненные блоки его программной реализации. Особенностью предложенного алгоритма является акцент на использование открытых программных продуктов ГИС, точечных и пространственных агрогидрологических моделей и средств обработки спутниковой информации.

**SPATIO-TEMPORAL INTERPRETATION OF RELATIONS BETWEEN
CROPS BIOPRODUCTIVITY AND WATER AVAILABILITY OF THE
TERRITORY**

Ye. A. Dunayeva

FSBSI «Research Institute of Agriculture of Crimea»

The paper suggests an integrated approach to assess the water availability of the territory on the basis of determining the level of bioproductivity of agricultural crops. The novelty of the approach is the simultaneous use of remote sensing data (RS), the computational parameters of agro-hydrological modeling and results of selective ground-based observations for complex assessment. The algorithm for assessment of the water availability of the territory has been tested on the example of the steppe part of the Crimean peninsula, the enlarged blocks of its software implementation are presented in the paper. A feature of the proposed algorithm is the emphasis on the use of open GIS software products, point and spatial agrohydrological models and tools for processing satellite data.

В статье представлен интегрированный подход к оценке водообеспеченности территории на основе определения уровня биопродуктивности посевов сельскохозяйственных культур. Новизна подхода заключается в одновременном использовании для получения комплексных

оценок данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), расчетных параметров агрогидрологического моделирования и материалов выборочных наземных наблюдений. Интеграция данных для получения итоговых критериев осуществляется на основе инструментария ГИС. На примере степной части Крымского полуострова апробирован алгоритм оценки водообеспеченности территории, представлены укрупненные блоки его программной реализации.

На рис. 1 приведена блок-схема оценки водообеспеченности территории, основанная на использовании наземной информации, данных ДЗЗ и возможностей агрогидрологического моделирования.

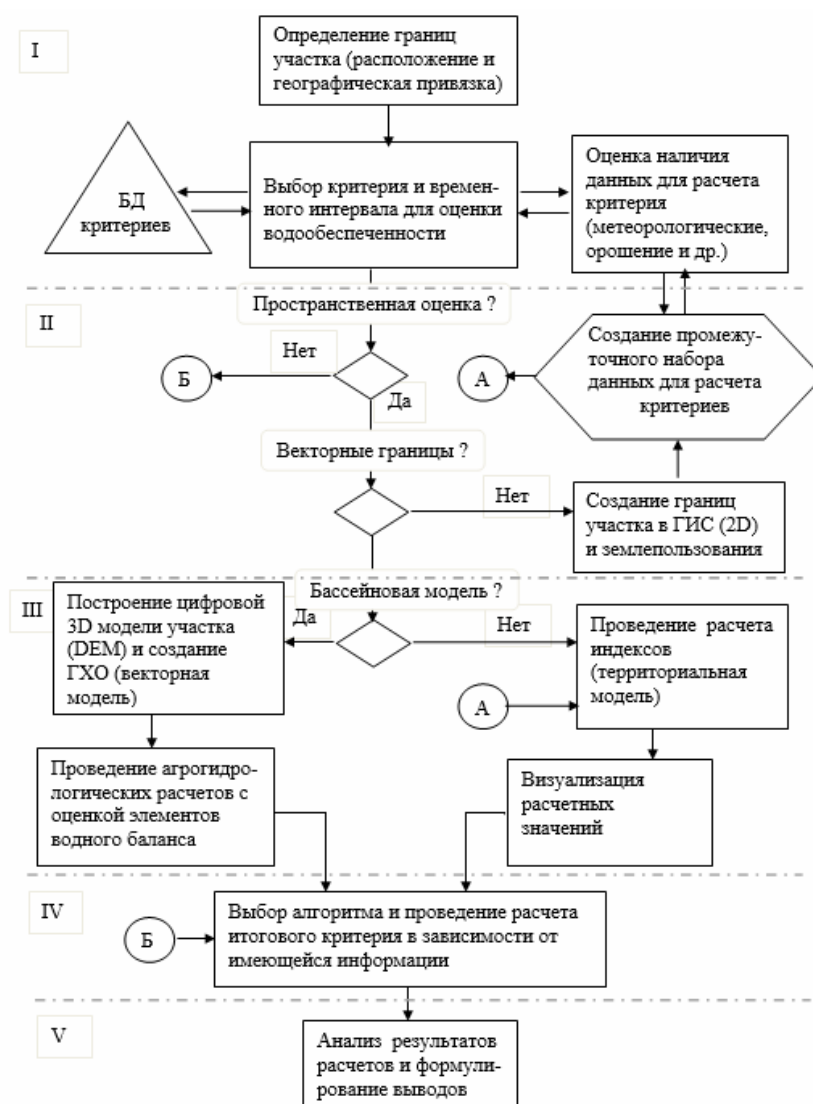


Рис. 1. Блок-схема алгоритма оценки водообеспеченности территории

Концепция модели и программной реализации данной оценки основана на подразделении водного баланса территории на две части: «чисто бассейновую», оцениваемую с использованием одной из агрогидрологических

моделей, и «территориальную», определяемую посредством одной или нескольких аналитических моделей, которые характеризуют пространственные и технико-технологические параметры рассматриваемой территории, в том числе наличие и структуру водохозяйственной системы (в случае поступления дополнительных водных ресурсов на территорию или их перераспределения, в т.ч. водоотбор из подземных вод). При визуализации результатов варьирования по территории значений ряда упрощенных индексов, алгоритмически относимых к точечным объектам (местоположение метеостанций и метеопостов), например, SPI или индекса Иванова-Высоцкого, и при их расчете по данным указанных объектов могут использоваться процедуры растровой интерполяции с созданием изолиний пространственной вариации индекса по территории (Дунаева, 2016; Дунаева, 2017).

Для программной реализации в полуавтоматическом режиме предложенного алгоритма оценки водообеспеченности территории (рис. 1), который на данном этапе исследований базируется на объединении результатов использования агрогидрологической модели территории как «черного ящика» и ГИС-модели территориального обустройства, включая водохозяйственную инфраструктуру, необходимо выполнение следующих шагов (на рисунке они разделены пунктирными линиями и обозначены римскими цифрами).

I. Определить территорию для оценки водообеспеченности и осуществить выбор соответствующего критерия.

На данном этапе задаются уровень пространственной детализации расчетов (от полевого участка до региона), необходимый временной интервал для критерия (месяц, сезон, год) и исходных данных (сутки, месяц, сезон, год), а также определяются их наличие и доступность. В рамках данного исследования в среде MS Excel создана БД критериев водообеспеченности, которая может использоваться в качестве одного из возможных источников информации (Дунаева, Попович, 2017). При этом в зависимости от выбранного критерия может понадобиться доступ к следующим данным:

– пространственная информация (о границах территории оценки водообеспеченности), которая в зависимости от класса решаемых задач информация может иметь различную степень детализации;

- водно-физические характеристики почв;
- метеорологическая информация (осадки, температура и влажность воздуха, скорость ветра и др.). Во многих случаях для оценки водообеспеченности с помощью инструментария агрогидрологического моделирования необходимы суточные значения данных. Более детальная информация о динамике выпадения ливневых осадков необходима в случае анализа или моделирования процессов возможного вредного воздействия вод (процессы смыва/эрозии почв, подтопления или затопления территорий);
- характеристики водохозяйственной/оросительной инфраструктуры;
- данные о водозаборе/водоподаче на орошаемые участки и севообороты, а также о динамике дренажного стока (при наличии оросительных и дренажных систем);
- данные о динамике местного стока и режиме работы водохранилищ.

При этом исходная информация, необходимая для расчета критерия, может быть представлена как в электронном виде (локальные, региональные, федеральные БД и внешние БД, например, БД USGS, NOAA), так и на бумажных носителях.

II. Создание промежуточного набора данных и векторных границ (при их отсутствии) территории оценки водообеспеченности.

При создании промежуточного/локального набора данных используется широкий перечень программных средств и процедур, позволяющих представить данные в электронном виде в одном из распространенных форматов (*.TXT, *.DBF, *.MDB, *.TIF, *.SHP и др.) в зависимости от алгоритма и требований к формату для последующей обработки данных.

При отсутствии векторных границ территории оценки водообеспеченности создается ее векторная маска, а при необходимости более детального пространственного анализа – векторные маски границ землепользования. В качестве программного инструментария могут быть задействованы как открытое ПО ГИС (QGIS, MapWindow и др.), так и проприетарное (ArcGIS и др.).

III. Проведение балансовых расчетов и/или расчет косвенных индексов на основе данных ДЗЗ.

Для проведения балансовых расчетов с использованием инструментария агрогидрологического моделирования могут использоваться программные средства, основанные как на векторной модели бассейна (например, MWSWAT, QSWAT и др.), так и на «растровой» (например, HEC_HMS, VIC). Большая часть их открытых реализаций представлена в виде программных процедур/плагинов, встроенных в базовую ГИС (MapWindow, QGIS и др.).

При использовании инструментария агрогидрологического моделирования обычно доступны следующие виды информации:

- элементы водного баланса рассматриваемой территории, включая потенциальное и актуальное суммарное испарение;
- величина потенциальной и актуальной урожайности (для с.-х. земель) или биомассы;
- другие показатели при необходимости.

Для обработки данных ДЗЗ используются встроенные процедуры обработки спутниковых изображений открытого ПО ГИС (QGIS, ILWIS и др.) или проприетарного ПО (ArcGIS и др.).

IV. Расчет итогового критерия.

На основании ранее подготовленных или рассчитанных пространственных или точечных параметров производится расчет итогового критерия с учетом возможных дополнительных условий или требований, например, получения значений критерия в годы с различной обеспеченностью осадками.

В зависимости от сложности расчетов в качестве программных процедур может быть задействован инструментарий электронных таблиц, СУБД, ГИС или ПО для обработки спутниковой информации.

V. Анализ результатов расчетов водообеспеченности и формулировка выводов.

Результаты расчетов водообеспеченности представляются в виде цифрового значения выбранного расчетного критерия и/или его пространственного (и временного) распределения по территории. На основании

сравнения полученных расчетных значений критерия с критериальными границами его варьирования формулируются соответствующие выводы об уровне водообеспеченности территории.

На рис. 2 представлен один из вариантов более детальной блок-схемы реализации описанного алгоритма с акцентом на программную реализацию.

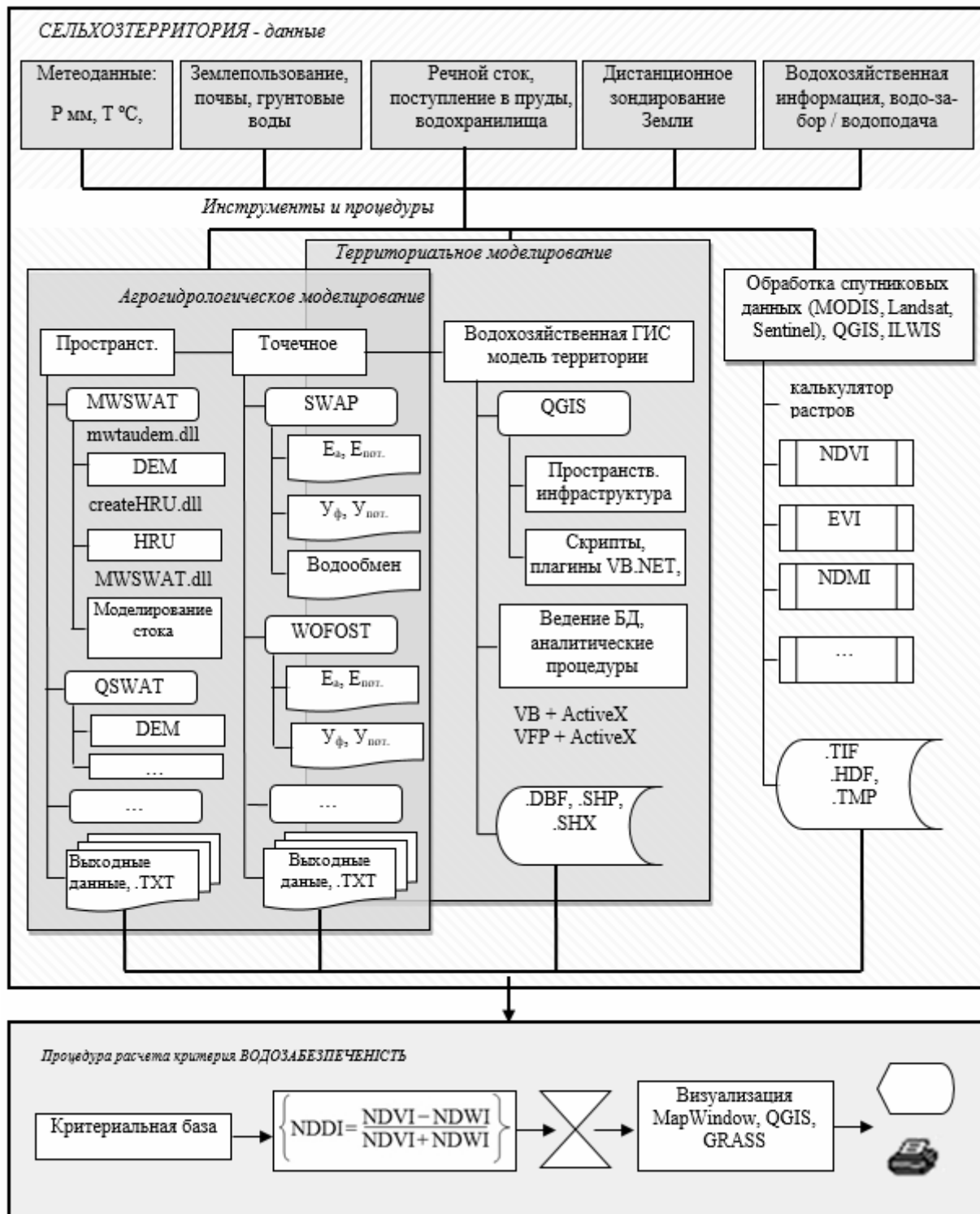


Рис. 2. Схема отдельных блоков прототипа водно-балансовой модели территории с разбивкой на отдельные подсистемы

Особенностью алгоритма является акцент на использование открытых программных продуктов ГИС, точечных и пространственных агрогидрологических моделей и средств обработки спутниковой информации. Предложенный алгоритм может быть включен в систему спутникового мониторинга земель сельскохозяйственного назначения Республики Крым.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00059 мол_а.

Список литературы

1. Дунаева Е. А. Использование систем навигации для целей технологического сельскохозяйственного мониторинга // Таврический вестник аграрной науки. 2016. № 2(6). С. 138–148.
2. Дунаева Е. А. Методологические и информационные основы оценки водообеспеченности территорий средствами ДЗЗ и ГИС // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2017. Т. 14. № 3. С. 173–181.
3. Дунаева Е. А., Попович В. Ф. База данных критериев оценки водообеспеченности территории // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 1 (9). С. 100–111.

DOI:

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВОДНОГО И ТЕПЛОВОГО РЕЖИМОВ АГРОЦЕНОЗОВ

А. М. Зейлигер¹, Е. Л. Музылев², О. С. Ермолаева¹, З. П. Старцева²,
Е. В. Волкова³

¹*Российский государственный аграрный университет –*

МСХА им. К. А. Тимирязева (РГАУ-МСХА);

²*Институт водных проблем РАН (ИВП РАН);*

³*Научно-исследовательский центр космической гидрометеорологии «Планета»
(НИЦ «Планета»)*

Представлены оценки характеристик водного и теплового режимов участков территории Саратовского и Волгоградского Заволжья, занятых посевами сельскохозяйственных культур, для вегетационного сезона 2012 г. Оценки получены при помощи моделей вертикального влаго- и теплообмена поверхности суши с атмосферой SVAT и SWAP и модели SEBS с использованием спутниковых данных о состоянии подстилающей поверхности и метеорологических условиях, а также аддитивной модели водоудерживания для текстурных почв.