

*Долгих В. П.*  
*к.т.н.,*  
*Пунтус Т. С.*  
*магистрант*

*Донбасский государственный технический университет, г. Алчевск, ЛНР, Россия*

## **ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ МОДЕЛИ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА ВОДЫ С ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА**

Наличие систем оперативного прогнозирования половодий позволяет более эффективно планировать профилактические меры по минимизации резких изменений уровня приточности воды к водохранилищам. Заблаговременность и надежность оценки являются ключевыми факторами в формировании ожидаемых объемов потребления водных ресурсов промышленными предприятиями, населением и сохранении экосистемы территории в целом.

В настоящее время нашли широкое применение информационно-моделирующие системы, которые используются для создания моделей формирования стока воды с водосборного бассейна и гидролого-гидродинамических моделей [1]. Первые характеризуют модель с позиции количества осадков, оказывающих влияние на поверхностный сток, а вторые — неустановившегося движения воды в рассматриваемой русловой сети. К физико-географическим факторам, которые формируют сток, можно отнести временные ряды наблюдений с метеостанций, морфометрические характеристики рассматриваемого бассейна, тип почвы и характеристика растительности. Отдельное внимание уделяется созданию цифровых моделей рельефа (ЦМР) водосбора. В результате описания и комбинации указанных факторов формируется набор данных, который должен предусматривать возможность многократного изменения. Для решения комплексной задачи по автоматизации создания модели формирования стока воды с водосборного бассейна необходим оптимальный с точки зрения удобства для пользователя и полноты учета факторов программный инструментарий [2].

В отечественной и зарубежной практике известны коммерческие и открытые ГИС-системы, такие как ArcGIS, QGIS, ECOMAG, GRASS, SAGA GIS и др. Однако остается открытым вопрос, касающийся создания универсального автоматического интерфейса, позволяющего пользователю организовать рабочий процесс подготовки и реализации данных для модели формирования стока воды с водосборного бассейна с учетом рационального учета задач моделирования и изменения рассматриваемых факторов.

В качестве примера можно рассмотреть программный комплекс, выполненный на основе открытого программного обеспечения с использованием плагина QGIS [3] и базы данных PostgreSQL [4]. Основные задачи, которые ставятся перед программой заключаются в подготовке первичных данных, разбиении водосбора на элементарные участки (подбассейны), вычислении параметров математической модели, загрузке и выгрузке полученного набора данных в виде проекта QGIS. Для оперативной и интуитивно-понятной работы пользователя с комплексом необходимо предусмотреть создание диалоговых окон, каждое из которых отвечает за определенную задачу.

При создании нового проекта необходимо указать название проекта, географическую проекцию и координаты выбранной территории. Данная информация будет использована для хранения пространственных данных и выявления области моделирования. Полученные сведения передаются в базу данных в виде таблицы метаданных.

Следующим этапом является разбиение водосбора, при котором указывается цифровая модель рельефа, площадь и геометрия водосбора, необходимые параметры разбиения. При этом необходимо предусмотреть гидрологически корректную ЦМР, выбрать растр аккумуляции и направление стока.

Бассейны формируют структуру дерева, характеризующуюся участку, который расположен непосредственно ниже по течению водотока. База такого дерева — нижний створ учи-

тываемого водного объекта. Здесь возникает необходимость предусмотреть ряд задач, таких как, укрупнение и слияние бассейнов, выборка нескольких бассейнов по заданному свойству.

Жидкие осадки, значение скорости ветра, температуру воздуха и другие важные для пользователя метеоданные по водосбору задаются в специальных окнах. Это же касается и характеристик проницаемости почвы и индекса растительности. После задания необходимой информации заканчивается создание проекта и начинается расчет параметров модели. Плагин QGIS рассчитывает запрограммированные параметры для рассматриваемого бассейна. К ним относятся характеристики проницаемости грунта, геометрические и геоморфологические показатели, коэффициенты кривых потерь воды на просачивание в грунт и испарение. Области водных объектов предполагаются однородными, что отражается на попиксельном усреднении территории. Непосредственно за расчетную часть отвечают возможности базы данных с использованием функций PostGIS.

В качестве результата моделирования выступает файл в формате JSON. Рассчитанные параметры можно использовать в качестве набора данных для дальнейшей обработки, например, прогнозирования уровня поверхностного стока с водосбора.

Рассматриваемая общая структура алгоритма позволяет автоматизировать создание модели формирования стока воды с водосборного бассейна и произвести расчет его характеристик на базе открытого программного обеспечения.

#### **Список источников**

1. Васильев О. Ф. Создание систем оперативного прогнозирования половодий и паводков // Вестник РАН. 2012. № 3. С. 237–242.

2. Геоинформационное обеспечение для решения гидрологических задач / А. Т. Зиновьев, О. В. Ловцкая, Н. А. Балдаков, А. В. Дьяченко // Вычислительные технологии. 2014. Т. 19. № 3. С. 60–72.

3. Документация QGIS // QGIS : [сайт]. [2024]. URL: <https://www.qgis.org/ru/docs/index.html> (дата обращения: 01.04.2024).

4. PostgreSQL 11.22 Documentation // PostgreSQL : [website]. [2024]. URL: <https://www.postgresql.org/docs/11/index.html> (дата обращения: 01.04.2024).