

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Гайдукова Екатерина Владимировна

канд. техн. наук, доцент

Качалова Анастасия Евгеньевна

аспирант

Чурюлин Евгений Викторович

магистрант

ФГБОУ ВПО «Российский государственный

гидрометеорологический университет»

г. Санкт-Петербург

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ СО СПУТНИКОВЫХ СНИМКОВ В РАБОТЕ УЧЕБНОГО БЮРО ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ

Аннотация: в статье рассматривается возможность использования спутниковых данных о снегозапасах при прогнозировании водности в период весеннего половодья в учебном Бюро гидрологических прогнозов. Делаются повторные прогнозы по методике, основанной на модели склонового стока. Анализируются полученные результаты и возможности их улучшения.

Ключевые слова: спутниковые снимки, снегозапасы, гидрологические прогнозы, период весеннего половодья.

Введение.

При выполнении гидрологических прогнозов необходим большой объем первичной информации, на основе которой выполняются расчеты. К сожалению, в настоящее время происходит сокращение гидрологических и метеорологических пунктов наблюдений, а станций, которые передают информацию в оперативном режиме, единицы. К примеру, в Ямalo-Ненецком автономном округе всего 14 метеорологических станций, которые передают оперативную информацию [3]. Поэтому развитие технической базы в виде спутниковой информации

позволит в определенной мере заменить натурные данные с любой станции и получить необходимую информацию в оперативном режиме.

Данная статья рассматривает возможности использования спутниковых данных при прогнозировании водности в период половодья, в который помимо данных о выпавших осадках необходима еще информация о снегозапасах на водосборе. В роли источника информации о снегозапасах будут применяться архивы и текущие данные спутниковой информации находящиеся в открытом доступе.

Методика исследования.

Методика прогноза основана на использовании модели склонового стока в виде обыкновенного дифференциального уравнения [4]:

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{1}{k\tau} Q + \frac{\dot{X}}{\tau} \quad (1)$$

где Q – расход (модуль, слой) стока; \dot{X} – интенсивность осадков; k – коэффициент стока; τ – время релаксации речного бассейна.

При прогнозировании водности в период снеготаяния внешнее воздействие (интенсивность осадков) рассматривается как сумма из двух составляющих [2]:

$$X = X^{\text{осадки}} + X^{\text{снегозапасы}} \quad (2)$$

где X – общие осадки, мм; $X^{\text{осадки}}$ – жидкие осадки, мм; $X^{\text{снегозапасы}}$ – запасы воды в снеге, мм.

Твердые осадки определяются как произведение коэффициента снеготаяния α (который оптимизируется на фактическом материале) на сумму температур воздуха:

$$X^{\text{снегозапасы}} = \alpha \sum_{+} T, \quad (3)$$

где α – коэффициент водоотдачи; $\sum_{+} T$ – сумма положительных температур, °C.

Коэффициент водоотдачи находится путем динамической параметризации, с учетом суммы положительных температур, если сумма положительных температур на момент времени $t+1$ равна нулю, то твердый сток перестает приниматься в расчет, поскольку больше снегозапасов не наблюдается:

$$\sum_{t+1} X_{\text{tb}} = \sum_t X_{\text{tb}} - \alpha \sum_{+} T. \quad (4)$$

Проверочные прогнозы

Для выполнения проверочного прогноза была выбрана река Мста (деревня Девкино). Информация о метеоэлементах выбранного водосбора представлена на рис. 1.

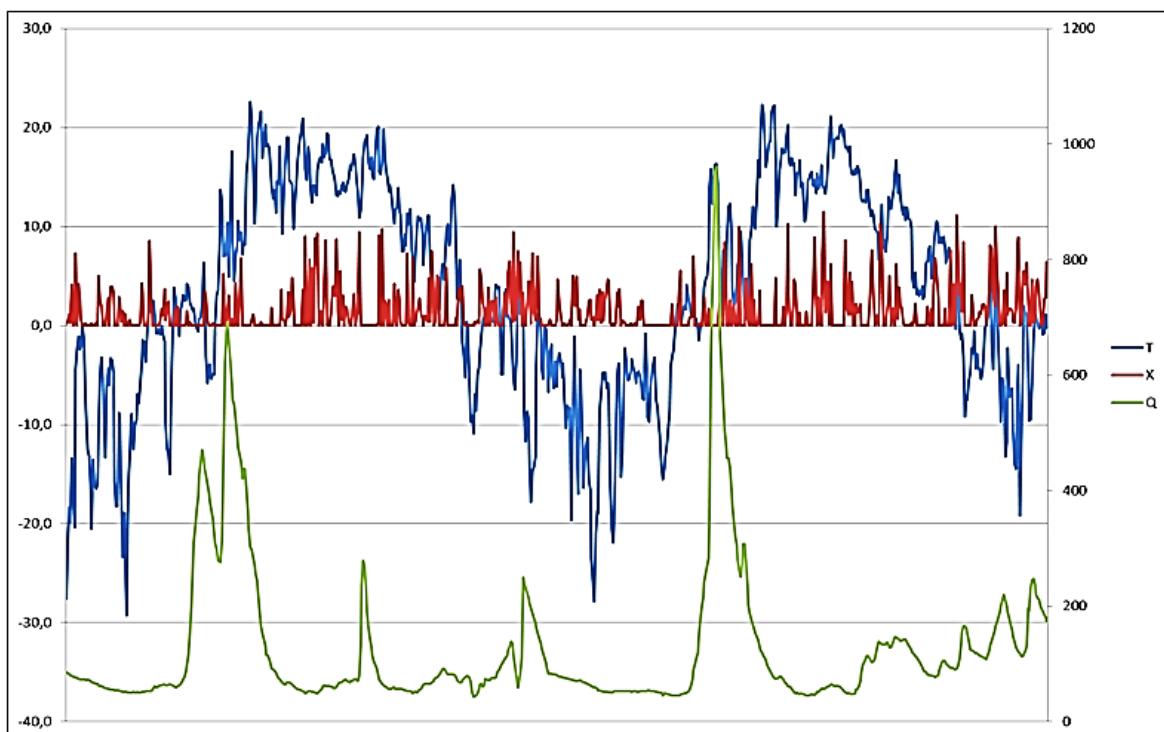


Рис. 1. Хронологические графики (1979–1980 гг.) расходов воды Q ($\text{м}^3/\text{с}$), осадков X (мм), приземной температуры воздуха T ($^{\circ}\text{C}$) по данным станций Веребье

На предварительном этапе подготовки к выполнению данной части работы было произведено ознакомление с различными источниками и архивами спутниковой информации и выбран проект финского метеорологического института *GlobSnow* (<http://www.globsnow.info>). Данный портал был выбран по следующим причинам: а) имеющаяся оценка погрешностей данных, получаемых со спутниковых снимков данного портала, с фактическими данными удовлетворяет в точности; б) данные можно получить в виде графического изображения в четырех различных форматах и в виде таблицы; в) имеются ежедневные, еженедельные и ежемесячные значения; г) для ознакомления с работой в данной отрасли, в каче-

стве примера предоставляется алгоритм расчета, который был реализован финским метеорологическим институтом, что в значительной степени облегчает работу на начальном этапе.

Спутниковые снимки имеют полярные координаты, а при работе с ГИС на выходе получаются географические или десятичные координаты. Данная проблема потребовала выполнения алгоритма привязки одних координат к другим, что и было реализовано с помощью применения математического аппарата, показанного на рис. 2.

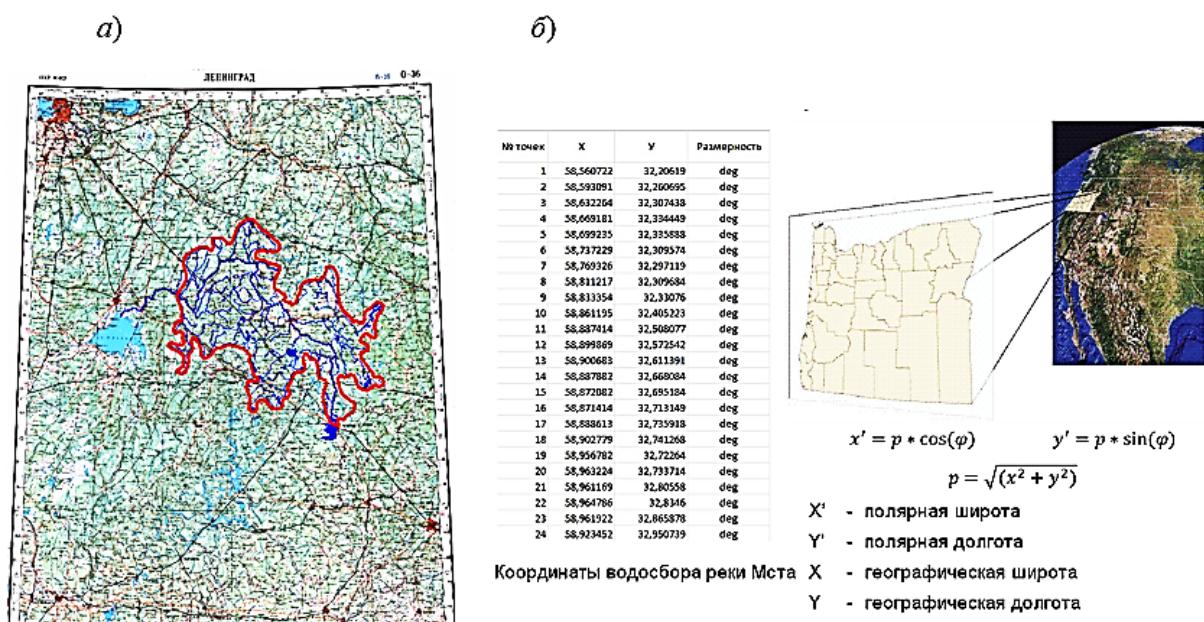


Рис. 2. Алгоритм привязки координат: а – привязка водосбора р. Мста – д. Девкино к географическим координатам, б – алгоритм привязки географических координат к прямоугольным

Результаты поверочного прогноза по рассмотренной методике представлены на рис. 3.

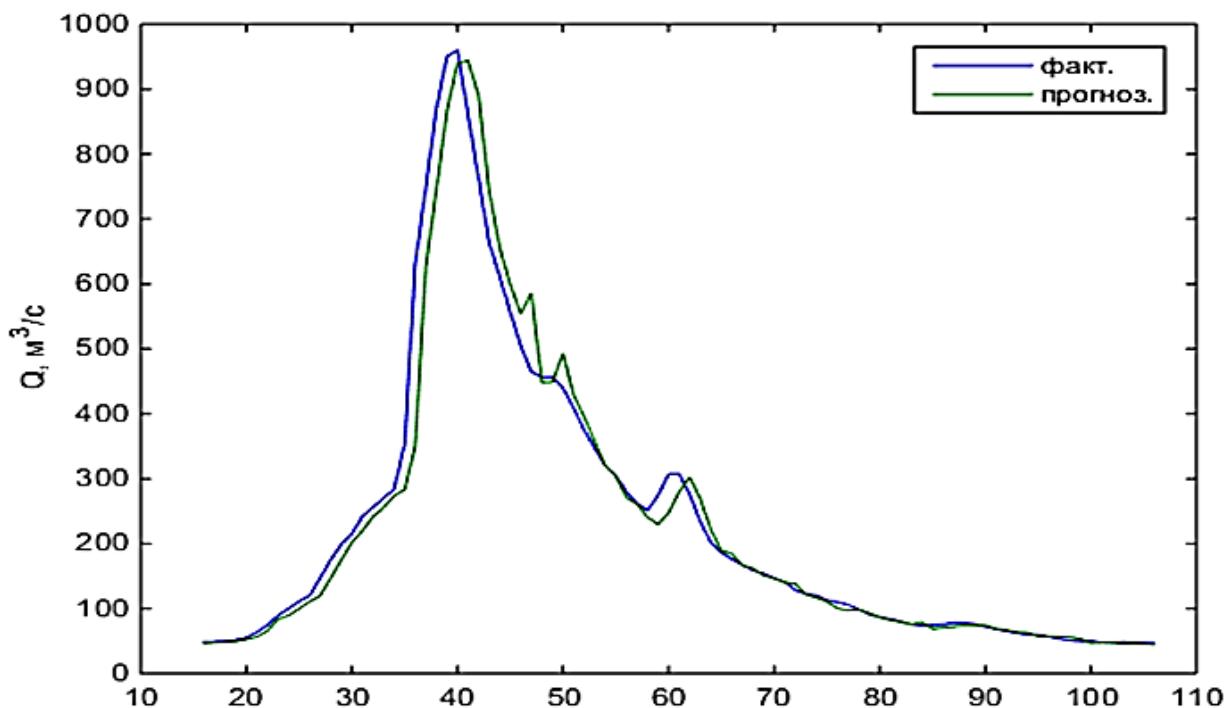


Рис. 3. Гидрограф (прогнозный и фактический) половодья для р. Мста – д. Девкино, 1979–1980 гг.

Получено, что соотношение среднеквадратической погрешности к среднеквадратическому отклонению изменений прогнозируемой величины за период заблаговременности (S/σ_{Δ}) равно 0,98, а число оправдавшихся прогнозов (P) составляет 71%. Эти показатели соответствуют удовлетворительному прогнозу [1].

Выводы.

По рассмотренной методике с использованием спутниковых снимков получено, что соотношение S/σ_{Δ} приближается к единице, а число оправдавшихся прогнозов составляет около семидесяти процентов. Причины не лучших результатов (возможных погрешностей) заключаются в следующем: а) при расчете параметров (α , τ , k) брались относительно большие шаги интегрирования; б) при учете снегозапасов во внимание бралось средневзвешенное значение, полученное по снимкам с малой дискретизацией; в) недостаточная точность спутниковых данных в период оттепелей и при наличии большого количества воды в снеге.

При будущих исследованиях планируется увеличить диапазон применимости модели (уменьшить шаги интегрирования); увеличить число факторов, учитываемых в модели; использовать другой метод осреднения снегозапасов по площади водосбора.

Авторы выражают благодарность доценту Хаустову В. А. за научное консультирование. Исследования финансировались Министерством образования и науки РФ (тема с № госрегистрации 01 2014 58678).

Список литературы

1. Георгиевский Ю.М. Гидрологические прогнозы / Ю.М. Георгиевский, С.В. Шаночкин. – СПб.: Изд-во РГГМУ, 2007. – 436 с.
2. Коваленко В.В. Задачи по моделированию гидрологических процессов / В.В. Коваленко, А.В. Лубяной, В.А. Хаустов. – СПБ.: Изд. РГГМУ, 1998. – 29 с.
3. Коваленко В.В. Влияние изменения климата на многолетний слой стока весеннего половодья рек Арктической зоны России / В.В. Коваленко, Е.В. Гайдукова, Н.В. Викторова, В.А. Хаустов, М.Н. Громова, В.С. Девятов, Е.В. Шевнина // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. –2010. – №14. – С. 14–19.
4. Коваленко В.В. Методические указания по дежурству в учебном бюро гидрологических прогнозов / В.В. Коваленко, Н.В. Викторова, Е.В. Гайдукова. – СПб.: Изд. РГГМУ, 2013. – 31 с.