

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 630* 378 : 001.18

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОДНОСТИ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСПОРТА ЛЕСА ПО р. ПИНЕГЕ

В. Я. ХАРИТОНОВ, И. И. ДОЛГОВА, А. Н. ВИХАРЕВ

Архангельский лесотехнический институт

В целях оптимизации водного транспорта леса в Архангельском лесотехническом институте проводятся исследования в рамках государственной программы «Комплексное использование и воспроизводство древесного сырья». Важная часть этих исследований — выявление гидрологических особенностей рек, тенденций в изменении водности и возможности ее прогнозирования на конкретный год. На примере р. Пинеги, одного из наиболее крупных притоков р. Северной Двины, перспективного с точки зрения лесных запасов, исследована динамика среднегодового расхода для четырех водомерных постов ниже 660 км: Согры, 660 км, 39 лет наблюдений (1953—1991 гг.); Северный, 586 км, 27 лет (1965—1991 гг.); Засурье, 394 км, 33 года (1959—1991 г.); Кулогоры, 125 км, 65 лет (1927—1991 гг.). В качестве исходных материалов использованы численные значения расходов в гидрологических ежегодниках [2] и материалы Архангельского гидрометцентра за последние годы.

Ранее выполненные исследования по прогнозированию гидрологических явлений и величин [3] показали, что учет даже важнейших климатических и физико-географических факторов стока при построении его математических моделей приводит к большому математическим трудностям и не обеспечивает требуемой надежности.

При анализе среднегодовых расходов в разных створах р. Пинеги в данной работе отыскивали наиболее тесную математическую связь между расходом и временем наблюдений

$$Q = f(t), \quad (1)$$

где Q — среднегодовой расход, м³/с;
 t — текущий год от начала наблюдений.

Для обоснования математической модели по уравнению (1) на основе наблюдений за расходами выявляли зависимость многолетних средних, максимальных и минимальных расходов от года наблюдений.

При установлении вида уравнения (1) рассматривали следующие математические зависимости:

$$Q = a + bt; \quad Q = \exp(a + bt);$$

$$Q = at; \quad 1/Q = a + bt.$$

Наиболее достоверные результаты получены при использовании уравнения

$$Q = a + bt. \quad (2)$$

В качестве примера на рис. 1 показаны графики фактических среднегодовых расходов за весь период наблюдений для водпоста Кулогоры (кривая 1), а также изменения среднегодовых расходов

$$Q_{\text{ср}} = 370,99 + 0,19t; \quad (3)$$

максимальных из них

$$Q_{\text{max}} = 468,47 - 0,38t \quad (4)$$

и минимальных

$$Q_{\text{min}} = 288,88 + 0,71t, \quad (5)$$

которым соответствуют линии 2, 3 и 4.

Установлена тенденция увеличения среднегодового расхода по всем четырем водомерным постам и уменьшение амплитуды его колебаний, причем более интенсивное за счет роста минимальных расходов.

Например, для водпоста Кулогоры за 65 лет наблюдений среднегодовой расход увеличился на $12,35 \text{ м}^3/\text{с}$, или на $3,3 \%$, а амплитуда колебаний расходов уменьшилась от $179,59$ до $108,74 \text{ м}^3/\text{с}$, или на $39,5 \%$.

Установленный факт вносит существенные поправки к общепринятому мнению о снижении водности рек и повышении неравномерности стока. Однако нельзя абсолютизировать полученные результаты. Они могут быть использованы при прогнозировании стока и должны периодически (через 5...10 лет) корректироваться, так как за последние 10 лет интенсивность увеличения стока более заметна.

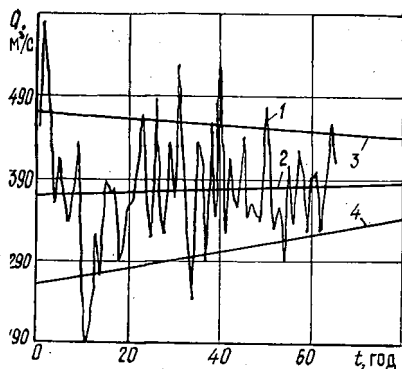


Рис. 1

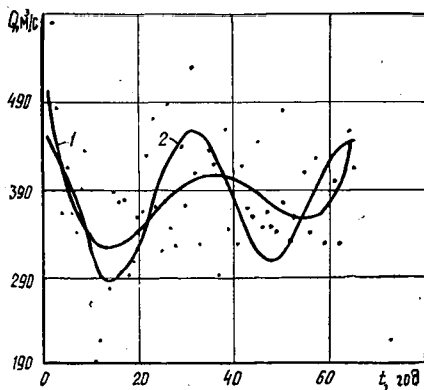


Рис. 2

Из литературных источников [1, 2, 4, 6] известно, что в многолетнем ряду годовой речной сток имеет циклические колебания, т. е. включает в себя группировки многоводных и маловодных лет, что связано с влиянием космических процессов.

Для прогнозирования расходов важно определить период циклов и характер зависимости расхода Q от времени t . Ряды фактических расходов аппроксимировали полиномами различного порядка, до девятого включительно. Когда порядок полинома был выше четвертого, среднее квадратичное отклонение незначительно уменьшалось, а коэффициент асимметрии возрастал. Поэтому при аппроксимации по всем водомерным постам использовали полином четвертого порядка. График полинома (рис. 2, кривая 1) для водпоста Кулогоры (наибольшее число наблюдений) близок к функции затухающих колебаний с тремя экстремумами и разными периодами. Средний период колебаний составил 33 года, что соответствует общеизвестным циклам (4, 11, 33 года). Если рассматривать колебания расходов относительно среднего многолетнего значения, т. е. за ось колебаний принять прямую линейной регрессии среднегодовых расходов, а в качестве амплитуды колебаний — разность между

максимальными и среднемноголетними расходами, то уравнение аппроксимирующей функции будет иметь вид

$$Q = Q_{\text{ср}} + (Q_{\text{max}} - Q_{\text{ср}}) \sin(\omega t + k), \quad (6)$$

где $Q_{\text{ср}}$, Q_{max} — уравнения линейной регрессии соответственно средних и максимальных расходов (для водпоста Кулогоры соответственно формулы (3) и (4));

ω — круговая частота колебаний, $\omega = 2\pi/T$;

T — период колебаний, лет;

k — начальная фаза.

На рис. 2 приведен также график аппроксимации для водпоста Кулогоры (кривая 2). За ноль по оси абсцисс принят 1926 г. Так, для периода цикличности 33 года прогнозируемый среднегодовой расход в 1995 г. можно ожидать $Q = 441 \pm 76 \text{ м}^3/\text{с}$. Доверительный интервал определен методами математической статистики [7].

Полученные математические модели позволяют определить ожидаемые расходы на ближайшие 5... 10 лет по всем водомерным постам р. Пинеги.

Как показывают исследования гидрологических условий с учетом стояния уровней, гарантирующих достаточные лесосплавные глубины на лимитирующих перекатах [5] по р. Пинеге, в настоящее время можно в весенний период буксировать плоты с осадкой до 1,1 м и объемом 550 тыс. м³.

Результаты прогнозирования водности р. Пинеги показывают улучшение судоходных условий в перспективе, возможности увеличения объемов плотовых и судовых перевозок лесоматериалов. Необходимо проведение дальнейших исследований в целях проектирования пунктов, формирования и переформирования плотов, погрузки лесоматериалов в суда, разработки четкой технологии водных перевозок по р. Пинеге.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Гидрология суши / Н. А. Соломенцев, А. М. Львов, С. Л. Симиренко и др. — Л.: Гидрометеиздат, 1976. — 432 с. [2]. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. — Архангельск: УГКС, 1961—1990. [3]. Корень В. И. Математические модели в прогнозах речного стока. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — 200 с. [4]. Кучмент Л. С., Мотовилов Ю. Г., Назаров Н. А. Чувствительность гидрологических систем. — М.: Наука, 1990. — 142 с. [5]. Перспективы лесосплава по северным рекам / В. Я. Харитонов, П. Н. Гагарин, А. Н. Вихарев и др. // Лесн. пром-сть. — 1990. — № 10. — С. 9. [6]. Толстой М. П., Малыгин В. А. Геология и гидрология. — М.: Недра, 1988. — 318 с. [7]. Шелутко В. А. Численные методы в гидрологии. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — 238 с.

Поступила 5 апреля 1993 г.

УДК 674-412

РАЗМЕРНО-КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЕЛОВЫХ ХЛЫСТОВ

Б. М. ЗАЛИВКО, С. Д. СОКОЛОВА

ЦНИИМЭ

Для выбора типов лесообрабатывающих машин и решения различных задач по оптимизации переработки леса необходимо иметь данные о размерных и качественных характеристиках хлыстов [2, 3].

Цель наших исследований — обоснование методики оценки запасов древесины и рационального ее применения.