**Отзыв на диссертацию Шевниной Е.В. « Долгосрочная оценка статистических характеристик максимального стока на территории российской Арктики», представленнную на соискание ученой степени доктора технических наук**

Актуальность темы диссертации сомнений не вызывает. Практическая важность тематики диссертации – в силу прямого касательства ряда практических технико-экономических задач, возникающих при освоении российских арктических территорий – несомненна.

Достоверность и значимости, и результатов, представленных в диссертации, зависит от научного базиса проведенных исследований: физической и математической обоснованности принятых моделей, грамотного применения математического аппарата, практического подтверждения примененных методов и подходов к решению проставленных задач.

1. В основе исследований Шевниной Е.В. – стохастическое дифференциальное уравнение, которое автор этого уравнения – научный консультант Е.В.Шевниной В.В.Коваленко – рассматривает как модель колебаний стока неозерной реки. Это уравнение приводится в публикациях В.В.Коваленко, в частности, в монографиях (1993, 2006- с соавторами, 2013).

В основе метода расчетов используется стохастическое дифференциальное уравнение, которое, по мнению диссертанта, описывает многолетние колебания речного стока,

$$\frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{Q(t)}{\tau k} + \frac{X(t)}{\tau}, \qquad (1)$$

где Q(t) – расход воды (сток), X(t) – осадки на водосбор, k – коэффициент стока, $\tau$ «время релаксации» (встречается у В.В.Коваленко « эффективное время добегания» (1993, с 45)). Уравнение (1) получено следующим образом (по В.В.Коваленко (1993, с.47), с некоторыми незначительными изменениями): берется уравнение водного баланса водосбора,

$$\frac{dW(t)}{dt} + Q = X - E, \qquad (2)$$

где $W(t)$ – объем воды на водосборе, $Q$– расход воды в замыкающем створе, X – осадки, E – испарение на водосборе. Далее предполагается, что

$$Q = \frac{W}{k\tau}, \quad X - E = kX, \qquad (3)$$

с учетом этих предположений из (2) следует уравнение (1). Тем самым, в модель многолетних колебаний стока изначально закладывается характеристика стока – «время релаксации» – которая, на самом деле, должна бы быть следствием модели (как функции характеристик вынуждающих процессов – осадков и испарения).

Внесение параметров $k$ и $\tau$ в модель является некорректным приемом, правильное уравнение, описывающее колебания речного стока, можно найти в работах Р.Хортона, В.Клемеша, Дж.Дага и др. гидрологов, где сток с водосбора принимается, в общем случае, степенной функцией, $Q = \varphi * W^{\theta}$, где $\varphi$ и $\theta$ – числовые коэффициенты.

Кроме того, второе равенство в (3) возможно в том и только в том случае, если

$$E = (1 - k)X, \qquad (4)$$

т.е. испарение с водосбора должно быть прямо пропорционально осадкам на водосбор. Но допущение (4) оправдано только для водосборов, расположенных в южных аридных областях. Для таких водосборов взаимная корреляция между осадками и испарением очень высока – около 0.7-0.9. Однако для арктических водосборов, находящихся в зоне избыточного увлажнении, корреляция между осадками на водосбор и испарением с водосбором незначительна и может вообще отсутствовать, так что допущение (4) оказывается неоправданным. Тем самым, уравнение (1), как модель стока рек арктического бассейна, изначально обладает существенными недостатками.

Далее, рекомендация В.В.Коваленко по оценке «эффективного времени добегания» $\tau$ использовать формулу Г.А.Алексеева

$$\tau = 16.7Lk_1/(aI^{1/3}Q^{1/3} \qquad (5)$$

где $L$ – длина главного лога, км, $k_1$ - коэффициент, зависящий от физико-географической зоны, где расположен водосбор, $a$ – коэффициент, зависящий от шероховатости русла водотока, $I$ – уклон реки, $Q$ – характерный расход реки, – приводит к тому, что, например, коэффициент автокорреляции стока оказывается зависимым о положения замыкающего створа. Автокорреляция стока должна изменяться, и заметно, при удалении от первоначального створа вниз по течению, т.е автокорреляция стока в верхнем течении должна быть больше, чем в нижнем – при прочих равных коэффициентах в (5) для верхнего и нижнего створов. Однако нет никаких оснований для подтверждения такой закономерности данными наблюдений.

Существенным является принятие Шевниной Е.В. предположения о стохастичности величины $\frac{1}{k\tau}$. Исходное уравнение (1) диссертант переписывает в виде

$$\frac{dQ(t)}{dt} = -(\bar{c} + \tilde{c})Q(t) + (\bar{N} + \tilde{N}), \qquad (6)$$

где $\bar{c} + \tilde{c} = \frac{1}{k\tau}$, $\frac{N}{\tau} = \bar{N} + \tilde{N}$, $\bar{c}$ и $\bar{N}$ – средние, $\tilde{c}$ и $\tilde{N}$– отклонения от средних, в качестве моделей отклонений принимаются непрерывные гауссовы белые шумы.

Диссертант не поясняет, какая из величин – $k$ и $\tau$ (или же обе) порождают стохастичность, можно только предположить, что стохастична величина $k$, поскольку о $\tau$ говорится, что $\tau = 1$ году («один год – для многолетнего стока» на с.51 диссертации). Но тогда спрашивается, каков закон распределения «случайной» (по мнению диссертанта) величины $k$?

Далее. Величина отклонения $\tilde{c}$, принимаемая белым гауссовым шумом, имеет бесконечную дисперсию, следовательно, существует вероятность ( не обязательно малая), что $\tilde{c}$ окажется равной $-\bar{c}$, $\bar{c} + \tilde{c} = 0$, т.е. $\frac{1}{k\tau}$ оказывается равным нулю, чего быть не может ни при каких значениях $k$ и $\tau$. Следовательно, равенство

$$\frac{1}{k\tau} = \bar{c} + \tilde{c}, \qquad (7)$$

где $\tilde{c}$ - непрерывный белый шум, невозможно. Соответственно, уравнения (1) и (6) не являются эквивалентными, и нет оснований рассматривать (6) как модель стока (подчеркнем – именно при принятии предположения (7), как это сделано в диссертации).

2. На стр. 52 утверждается, что «Для стационарных случайных процессов уравнение (2.3) эквивалентно уравнению Пирсона:

$$\frac{dP(Q)}{dQ} = \frac{Q-a}{b_2Q^2+b_1Q+b_0}, \qquad \text{((2.5)- в диссертации. Рец.)} \qquad (8)$$

решением которого является семейство кривых *P(Q)*, широко применяемых в практике инженерной гидрологии». Уравнение (2.3), на которое в этом предложении ссылается диссертант, это уравнение Фоккера-Планка-Колмогорова в общем виде, которое приводится в диссертации как отвечающее динамическому уравнению (6). Динамическое же уравнение, отвечающее распределению Пирсона (при $b_2 = 0$ – именно этот вариант рассматривается в диссертации), имеет вид

$$\frac{dQ}{dt} = \frac{\beta}{2}(a_1Q + a_0 + b_1) + \sqrt{\frac{2\beta}{N_0}(b_1Q + b_0)}\, n(t), \qquad (9)$$

где $n(t)$ - гауссов белый шум, $N_0$ –коэффициент интенсивности белого шума, $\beta$ – несущественный множитель. Структуры уравнений (6) и (9), как легко видеть, различаются, тем самым утверждение диссертанта об «эквивалентности» уравнений (2.3) и (2.5) (*нумерация в диссертации. Рец*) неверно.

3. Диссертант утверждает, что «Основой комплекса научно-технических рекомендаций по расчету статистических характеристик многолетнего максимального стока для равновесных климатических сценариев является **модель формирования стока в виде системы уравнений для начальных моментов** *(выделено рец.)* (см. главу 2)» (с.81).

Речь идет о системе (2.6) (*нумерация в диссертации.Рец.*). Диссертант неоднократно называет эту систему «моделью» ( «…в модель (2.6) в качестве внешнего воздействия кроме нормы осадков могут задаваться и другие климатические параметры, например норма среднегодовой температуры воздуха» (с.112, см. упоминание «модели» также на стр.121, 128 и др.).

На самом же деле, уравнения (2.6) выражают числовые коэффициенты в распределении Пирсона через моменты распределения, и никакой моделью не являются. Каким образом в эту систему можно «задать», например, норму «среднегодовой температуры воздуха», диссертант никак не поясняет, что порождает сомнение в реальности такого задания.

4. На стр. 185 отмечается, что «В настоящей работе принято, что для арктической территории параметр модели $1/\bar{c}$ характеризует долю стока весеннего половодья в годовой сумме осадков (см. глава 3)».

Отношение стока весеннего половодья к годовой сумме осадков должна быть безразмерной величиной (доля– величина всегда безразмерная). Из вида уравнения (6) следует, что величина $\bar{c}$ имеет размерность [время$^{-1}$], следовательно, размерность $1/\bar{c}$ есть размерность времени. Тем самым, встает вопрос, как размерная величина может характеризовать величину безразмерную?

5. В выводах 5.4 диссертант отмечает: «Представлена оценка статистических характеристик многолетнего слоя стока весеннего половодья на территории Российской Арктики до конца текущего столетия. Расчеты основаны на стохастической модели формирования стока, в параметрах которой учитывается региональная специфика формирования стока в арктических районах». В расчетах действительно существенно используется уравнение, которое диссертант рассматривает как «стохастическую модель формирования стока» (6) (*уравнение (2.2) в диссертации*). Эта модель, однако, не может, по нашему мнению, считаться достаточно адекватно отражающей закономерности многолетних колебаний речного стока. Следовательно, полученные диссертантом оценки прогнозных расчетов «многолетнего слоя стока весеннего половодья на территории

Российской Арктики до конца текущего столетия» не могут рассматриваться как научно обоснованные.

Вышеперечисленные замечания приводят к выводу о том, что рассмотренная диссертация Шевниной Е.В. не удовлетворяет требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (Положение ВАК, раздел II . 9).

15 августа 2016 г.

Доктор технических наук (А.В.Фролов)

Доктор географических наук (С.Г.Добровольский)