В диссертационный совет
24.1.040.01 (Д 002.040.01)
при Институте водных проблем
Российской академии наук
119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Прокопьевой Кристины Николаевны «Трансформация стока воды и взвешенных наносов в дельте р. Лены в условиях изменяющегося климата», представленной на соискание ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия

Актуальность темы диссертационной работы К.Н. Прокопьевой не вызывает сомнений. Арктика теплеет примерно втрое быстрее, чем планета в среднем, а устьевые области арктических рек особенно чувствительны к сокращению ледостава, изменению водности и деградации многолетнемерзлых пород. При этом оценки выноса воды и наносов в Северный Ледовитый океан до сих пор строятся по данным замыкающих створов, удаленных от моря на сотни километров, внутридельтовая трансформация потоков воды и наносов никак не учитывается. Сокращение сети наземных наблюдений и труднодоступность обширных территорий арктических дельт дополнительно обусловливают востребованность разрабатываемых автором дистанционных подходов. Так, режимные наблюдения в дельте Лены прекращены в 2007 г., и около 97% ее водотоков не охвачено измерениями. Поэтому разработка дистанционных методов и учет внутридельтовой трансформации потоков вещества представляют собой своевременную и востребованную задачу.

Научная новизна исследования состоит прежде всего в комплексном рассмотрении распределения водного стока, изменения концентрации взвешенных наносов и разрушения дельтовых берегов как взаимосвязанных процессов. Автором адаптирован граф-теоретический подход к расчету расходов воды, разработаны региональные спутниковые зависимости для определения концентрации взвеси и выполнена оценка плановых береговых переформирований за 1964–2024 гг. Существенным результатом является получение расчетных характеристик распределения стока для более чем 2000 водотоков. Выявлены два режима функционирования русловой сети: активное межсекторное перераспределение стока при повышенной водности и его преимущественная концентрация в восточных рукавах в межень.

Самостоятельный научный интерес представляют установленные закономерности трансформации взвешенных наносов. Показано, что дельта Лены не только перераспределяет поступающий из бассейна материал, но и служит дополнительным источником взвеси вследствие разрушения берегов, сложенных многолетнемерзлыми породами. Согласно итоговым оценкам автора, годовой вынос взвешенных наносов в море Лаптевых составляет 16,1–17,7 млн т, а внутридельтовый прирост — 0,5–2,0 млн т. На ключевых участках выявлено увеличение средней скорости береговых переформирований на 66% между периодами 1964–2000 и 2000–2024 гг. Эти результаты конкретизируют представления о современном балансе наносов крупнейшей арктической дельты.

Обоснованность защищаемых положений обеспечивается разнообразием и значительным объемом исходной информации. Использованы материалы гидрометрических наблюдений, собственных экспедиционных работ 2022 и 2024 гг., 280 спутниковых сцен Landsat и Sentinel-2, исторической съемки KeyHole, цифровой модели рельефа и климатического реанализа. Положительно следует оценить проведение независимой верификации расчетных зависимостей и обсуждение ограничений их применимости. Для модели распределения водного стока получены высокие значения коэффициента детерминации и критерия эффективности Нэша — Сатклиффа — соответственно 0,96 и 0,95. Вместе с тем приведенные автором относительные ошибки и систематические смещения требуют учета при интерпретации отдельных количественных результатов. В целом

защищаемые положения опираются на согласованное применение натурных, дистанционных и статистических методов.

Значимость результатов для фундаментальной науки заключается в развитии представлений о дельтах выдвижения, для которых по умолчанию всегда предполагался отрицательный баланс наносов – превышение аккумуляции над эрозией. Данная работа показывает, что, по крайней мере, арктические дельты при определенных условиях (деградация мерзлоты в результате потепления климата) могут служить не поглотителями, а источникам наносов. Интересно с этой точки зрения рассмотреть дельты в других климатических областях, а также оценить, сохраняется ли эта закономерность в других арктических дельтах – хорошая тема для докторской диссертации.

Из других значимых результатов необходимо отметить уточненную оценку выноса взвешенных наносов р.Лены в море Лаптевых (16,1–17,7 млн т в год), которая может быть использована в расчетах биогеохимических циклов и климатических моделях Арктики. Практическая ценность работы связана с созданием методической основы мониторинга арктических дельт в условиях сокращающейся наблюдательной сети, выявлением участков интенсивного размыва берегов, информационным обеспечением судоходства и природоохранной деятельности на территории заповедника.

По автореферату имеются и некоторые замечания.

1. В защищаемых положениях нет ни одной цифры, хотя автором получены количественные оценки стока воды и наносов, и это один из самых ценных результатов работы.

2. Итоговые количественные оценки в тексте недостаточно согласованы. В разделе 4.2 и заключении годовой сток наносов в вершине дельты оценен в 15,7 млн т, тогда как в таблице 1 приведено 18,5 млн т. Масса наносов, поступающих при разрушении берегов, указана то как 1,42 млн т в год (глава 5), то как 1,42–3,18 млн т в год (п. 6 заключения); максимальная скорость отступания берегов — то 15 м/год, то 13,8 м/год. Следовало пояснить, к каким периодам и способам расчета относятся эти значения. Кроме того, при вкладе боковой эрозии в суммарный сток наносов в диапазоне 3–13% формулировку четвертого защищаемого положения целесообразно уточнить, указав, что речь идет именно о приросте стока наносов внутри дельты.

3. Диссертант, говоря об общем балансе наносов внутри дельты, учитывает лишь наносы в русловой сети, не принимая во внимание аккумуляцию взвесей на поверхности дельтовой поймы, происходящую на пике половодья, когда большая часть дельтовой суши затапливается. Так, на с.21 автореферата говорится о том, что оценка масса наносов, поступающих от размыва берегов (1,42 млн т в год) соответствует диапазону прироста стока взвешенных наносов в пределах дельты (0,5–2,0 млн т в год), т.е. имеется в виду сходимость оценок, полученных разными методами. Однако без учета величины аккумуляции взвешенных наносов по площади дельты такая оценка неполна. Насколько велика эта величина в сопоставлении с поступлением наносов за счет эрозии берегов? Ясно, что никаких измерений дельтовой аккумуляции не производится и по спутниковым снимкам ее не определить. Но ее можно оценить балансовым методом на основе количественных оценок других компонентов, сделанных автором (сток наносов в вершине дельты, поступление за счет эрозии, суммарный вынос в приемный бассейн) автора, и это обогатило бы общую картину функционирования дельты.

4. Имеются терминологические и редакционные недочеты. Термины «рукав», «протока» и «водоток» местами используются как синонимы: одна и та же величина (1571) в главе 3 названа числом рукавов, а в Заключении — числом водотоков; следовало бы определить их соотношение. Неудачные обороты типа "глобальные оценки речного стока в Северный Ледовитый океан" (если только в один океан, тогда уже не глобальные). Утверждение о том, что полученные результаты уточняют «все существующие» оценки, целесообразно смягчить, поскольку в обзоре приведены и более высокие значения (до 27,4 млн т в год). Ссылки в тексте приведены в алфавитном порядке, а обычно принято в хронологическом (сначала более ранние публикации). И скорее рекомендация, чем замечание:

в иллюстрациях, где проводится сопоставление меженного и половодного режима (рис. 1, 2, 5 шкалы различаются, в результате чего визуализация различий полностью скрадывается. Например, на рис. 2 желтым линиям, обозначающим минимальные величины расходов воды, на карте слева сопоставляются значения 0-300, на карте справа – 0-20 $м^3/с$, черным линиям (максимальные величины) – 50-70 тыс. и 10-20 тыс. $м^3/с$, соответственно. В результате создается визуальное впечатление, что в межень (карта справа) расходы воды больше, чем в половодье (карта слева).

Высказанные замечания носят дискуссионный и редакционный характер и не снижают общей положительной оценки работы. Судя по автореферату, диссертация К.Н. Прокопьевой «Трансформация стока воды и взвешенных наносов в дельте р. Лены в условиях изменяющегося климата» является завершенной научно-квалификационной работой, содержащей новые научно обоснованные результаты, имеющие существенное значение для гидрологии устьевых областей арктических рек. Работа соответствует специальности 1.6.16. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия и требованиям к кандидатским диссертациям, а ее автор, Прокопьева Кристина Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук.

Панин Андрей Валерьевич,
доктор географических наук, член-корреспондент РАН

_____ А.В.Панин

05. 11.2026 г

Данные о рецензенте:
Панин Андрей Валерьевич,
доктор географических наук, член-корреспондент РАН
и.о. директора Института географии РАН
ФГБУН "Институт географии Российской академии наук" (ИГ РАН)
Адрес: 119017, Москва, Старомонетный переулок, 29с4
Вебсайт: www.igras.ru, E-mail: a.v.panin@igras.ru
раб.тел.: (495) 959-00-22

Я, Панин Андрей Валерьевич, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Подпись руки тов. Панина А.В.
заверяю
Зав. канцелярией
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт географии
Российской академии наук