

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата географических наук Грек Елены Николаевны
на тему: «Пространственно-временная изменчивость дождевых
паводков на малых и средних реках Северо-Запада России»
по специальности 1.6.16 – «Гидрология суши, водные ресурсы,
гидрохимия»

Диссертация Грек Е.Н. посвящена исследованию пространственно-временной изменчивости максимального стока дождевых паводков. Многочисленные случаи высоких дождевых паводков, наблюдавшиеся в последние годы в различных регионах страны, в том числе на реках Северо-Запада России (Новгородская область: р. Холова, р. Городня, 2017; р. Холова, 2019; р. Явонь, 2021; Ленинградская область: р. Воложба, 2017), свидетельствуют о необходимости актуализации сведений об основных факторах возникновения опасных и неблагоприятных гидрологических явлений и требуют более детальных исследований пространственно-временной изменчивости их характеристик на региональном уровне. Происходящие изменения водного режима рек в условиях современного потепления климата, увеличение масштаба и повторяемости дождевых паводков подтверждают **актуальность** диссертационного исследования Грек Елены Николаевны.

Новизну данного исследования определяет применение комплексного подхода к изучению пространственно-временной изменчивости характеристик атмосферных осадков на различных интервалах времени, который позволил впервые для района исследования выявить современные особенности, определить тенденции и причины изменений характеристик паводочного стока, успешно апробировать подход к моделированию дождевых паводков, основанный на комбинировании различных источников информации об атмосферных осадках, включая радиолокационные данные

Валдайского локатора ДМРЛ–С и данные экспериментальных наблюдений Валдайского филиала ГГИ, на примере р. Полометь в Новгородской области.

Практическая значимость работы заключается в выявлении особенностей характеристик дождевых паводков, которые следует учитывать при разработке методов гидрологических расчетов и краткосрочных гидрологических прогнозов в целях повышения надежности защиты населения и хозяйственных объектов от наводнений, вызванных дождевыми паводками для наиболее паводкоопасных регионов РФ.

Обоснованность и достоверность результатов подтверждается использованием большого объема гидрометеорологической информации с наблюдательной сети Росгидромета, проведенной автором верификацией результатов расчетов по данным многолетних наблюдений, в том числе Валдайского филиала ГГИ, а также апробацией результатов работы на международных и всероссийских научных конференциях.

Диссертация состоит из введения, трех глав и заключения.

Во **введении** приводится общая характеристика работы, научная новизна и практическая значимость, обосновывается её актуальность.

В **первой главе** содержится обзор современных исследований, посвященных анализу многолетних изменений максимального стока и атмосферных осадков, а также рассмотрены основные источники данных об атмосферных осадках, их основные преимущества и недостатки, приводится обзор работ, связанных с оценкой влияния метеорологической информации на результаты гидрологического моделирования. Представлены сведения о том, что за последние годы на некоторых реках Северо-Западного региона РФ были зарегистрированы максимальные за весь период наблюдений максимальные расходы воды, сформированные в период прохождения дождевых паводков и сопровождавшиеся существенным экономическим ущербом.

В качестве наиболее известных отечественных моделей формирования стока упомянуты работающие на суточном временном интервале ЕСОМАГ и

SWAP, разработанные в ИВП РАН, а также «Гидрограф», разработанная в ГГИ. Особое внимание уделено модели SWAT, находящейся в свободном доступе и являющейся одной из немногих моделей, которая может усваивать высокодискретные данные об осадках (до 10 минут). Выполнена ретроспективная оценка использования радиолокационной информации об осадках при моделировании стока, включающая исследования, проведенные ранее на ВФ ГГИ. Отмечено, что существует большое количество методов по комбинированию радиолокационных и наземных измерений осадков, основные различия в которых заключаются в применяемых методах интерполяции, включая геостатистические и детерминированные. Путем объединения или комбинирования наземной и радиолокационной информации можно улучшить соответствие данных метеорологических локаторов и наземного мониторинга без ущерба для детализации пространственной информации.

Вторая глава посвящена описанию физико-географических особенностей района исследований, его климата, рельефа, почв, растительности, геологии и гидрологического режима гидрографической сети. Рассмотрены многолетние изменения максимального дождевого стока и основных факторов, его определяющих. Показано, что максимальные расходы воды паводков могут превышать максимальные расходы воды половодий на всех реках района исследования. При этом, если на одних реках такие факты единичны (бассейн р. Нева), то на других – довольно часты (притоки Псковско–Чудского озера). Представлены результаты оценки надежности данных сеточных продуктов для расчета дождевых паводков, а также анализа многолетних изменений максимального дождевого стока и определяющих их факторов. Показано, что данные реанализа недостаточно хорошо воспроизводят наблюдаемые на плювиографах данные, особенно в случае часового хода осадков даже при максимальных суточных значениях суммы осадков. Это существенно ограничивает применимость реанализов для моделирования дождевых паводков. Выполнен анализ данных

метеорологического локатора ДМРЛ-С. Показано, что значения относительной ошибки сезонных сумм осадков, рассчитанных на основе часовых радиолокационных данных, не превышают 14 %, но, как и для суточных сумм, также имеют заниженные оценки. Случаи ложных осадков не превышают 5 %, и не более 4 % составляют случаи пропуска локатором осадков, зафиксированных плювиографом.

В третьей главе представлен подход к моделированию водного режима с использованием различных типов данных об атмосферных осадках (данные наблюдений осадкомеров, плювиографа, радиолокационных измерений ДМРЛ-С «Валдай» и глобальных реанализов MSWEP и ERA5) на примере бассейна р. Полометь. В качестве инструмента для выполнения расчетов стока использована модель SWAT. Для работы модели была подготовлена ГИС, включающая цифровую модель рельефа, сведения о почвенном и растительном покрове, а также о типе землепользования. Калибровка модели проводилась вручную по 16 параметрам с использованием данных наблюдений в 3-х контрольных створах на р. Полометь. После калибровки модель использована для выполнения имитационных расчетов с целью оценки влияния пространственной и временной изменчивости входных данных на результаты моделирования стока в 2020 г.. Осадки задавались десятью различными комбинациями данных наземных наблюдений, реанализа и радиолокационной информации. При сравнении результатов моделирования различных вариантов, основываясь на значениях критериев эффективности, лучшие результаты получены с использованием радиолокационных данных метеорологического локатора ДМРЛ-С. Сделан вывод о целесообразности расширения сети наземных метеорологических локаторов ДМРЛ-С, и об интеграции в расчетные методы информации, получаемой с локаторной сети, в целях формирования единого поля количества осадков над водосборами средних и крупных рек. Кроме того, отмечено, что модельные расчеты с использованием радиолокационной информации в работе были выполнены

только за 2020-й год. Для полноценного внедрения радиолокационной информации в практику гидрологического моделирования требуются многолетние непрерывные результаты радиолокационных измерений, которые в настоящее время отсутствуют вследствие новизны ДМРЛ–С.

В заключении перечислены основные результаты проведенного исследования и сформулированы выводы.

В целом диссертационную работу Е.Н. Грек отличает использование большого объема гидрометеорологических данных из различных источников, квалифицированное использование геоинформационных технологий и методов математического моделирования. К числу наиболее интересных оригинальных результатов рассматриваемой работы можно отнести следующие:

1. Выявлено повышение частоты превышения максимальных расходов воды дождевых паводков над соответствующими максимальными расходами воды весенних половодий на малых и средних реках;
2. Показано наличия различного потенциала для расчета дождевых паводков региональными и глобальными сеточными архивами осадков и речного стока для малых и средних водосборов;
3. Продемонстрировано неудовлетворительное воспроизведение суточной и часовой изменчивости жидких осадков данными глобальных реанализов;
4. Реализован подход по использованию комбинированных данных об атмосферных осадках для моделирования дождевых паводков на основе имитационных расчетов с 10 вариантами входных данных.

Замечания по диссертационной работе:

1. Во второй главе оценка стационарности многолетних рядов гидрометеорологических данных выполнена только для максимальных расходов воды, неоднородность рядов характеристик жидких осадков не рассмотрена;
2. Утверждается, что «данные современных региональных и глобальных сеточных архивов речного стока... занижают характеристики максимального

дождевого стока для малых водосборов на 30–50%». Однако только одного примера расчета для р. Полометь явно недостаточно для такого обобщающего вывода;

3. В обзоре на странице 10 указано, что наивысшие паводки наблюдались в 2019 году, но в главе 3 диссертационной работы этот год не анализировался;

4. Не рассмотрен реанализ ERA5-Land, пространственное разрешение которого в 2,5 раза выше, чем у ERA5 ($0,1^\circ$ vs $0,25^\circ$).

Указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.16 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия» (по географическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1–2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, и оформлена согласно приложениям № 8, 9 Положения о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Грек Елена Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.16 – «Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия».

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук,
главный научный сотрудник,
руководитель лаборатории математических
методов моделирования ФГБУН
«Санкт-Петербургский Федеральный
исследовательский центр РАН»

КОНДРАТЬЕВ Сергей Алексеевич



«15» февраля 2023 г.

Контактные данные:

Тел.: +7(812)387-02-76, e-mail: kondratyev@limno.org.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация:
11.00.11 – «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов»

Адрес места работы:

199178, г. Санкт-Петербург, 14 линия В.О., д.39, литер А, ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН», лаборатория математических методов моделирования

Тел.: +7(812)328 33 11, e-mail: info@sprcras.ru

Подпись руководителя лаборатории математических методов моделирования ФГБУН «Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр РАН» С.А. Кондратьева удостоверяю:

Ученый секретарь ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН

к.б.н. Митрукова Г.Г.

15.02.2023 г.

