

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА РЕК АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ И ЕГО ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В XXI В

Василенко А.Н.¹, Агафонова С.А.¹, Фролова Н.Л.¹

¹ – МГУ им. М.В. Ломоносова, Географический факультет, кафедра гидрологии суши, Москва, Россия, saiiia24@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены современные сроки наступления различных фаз ледового режима рек, показано смягчение ледового режима на всей рассматриваемой территории в последние десятилетия. Получены оценки дальнейшего смягчения ледового режима.

Ключевые слова: лед, ледовый режим рек, изменения климата, оценки будущих изменений ледового режима

Благодаря географическому положению России в северной части Евразии ледовые явления и ледяной покров характерны для абсолютного большинства рек на ее территории как минимум на протяжении одного месяца в году. На реках, протекающих севернее 60°с.ш., ледовые явления наблюдаются гораздо более продолжительное время. Ледовый режим рек должен учитываться при анализе гидрологических процессов, протекающих на реках, при хозяйственном освоении территории, в связи с тем, что ряд ледовых процессов представляет опасность для населения и экономики бассейнов рек.

Формирование ледовых явлений в значительной степени обусловливается ходом метеорологических характеристик. В первую очередь – температурой воздуха. Наблюдающееся в последние десятилетия глобальное потепление климата, особенно сильно проявившееся в Арктике [2], не могло не привести к изменениям ледового режима рек этого региона. В условиях значительных перспектив освоения ресурсной базы арктических территорий исследование изменений ледового режима приобретает высокую значимость.

Оценка изменений проведена по данным 128 гидрологических постов, расположенных по всей Арктической зоне. Выполнено сравнение средних сроков наступления различных фаз ледового режима в период 1961-1990 гг. (предыдущий базовый период климата), 1981-2010 гг. (современный базовый период климата), а также периода 1981-2016 гг., включающего наиболее современные данные о ледовом режиме рек.

Сравнения показали, что повсеместно появление льда на реках происходит с конца сентября (Таймыр и Чукотка) по середину ноября (Карелия), в последние десятилетия наблюдается смещение даты появления льда к концу календарного года на 1-4 дня в азиатской части арктической зоны и до 7-10 дней на севере Европейской территории России (ЕТР).

К более поздним срокам сместилась и дата установления ледостава (как сплошного, так и несплошного). Величина изменений на севере ЕТР составляет 3-5 дней, на севере Азиатской части России – 1-2 дня. Установление ледостава наблюдается в современных условиях с начала октября до начала декабря. Волна замерзания распространяется от Чукотки и Таймыра на запад до Уральских гор в последней декаде сентября-первой и второй декадах октября. С середины октября

ледовые явления наблюдаются на реках севера ЕТР, Кольского полуострова и Карелии. Ледостав устанавливается к концу ноября.

Волна вскрытия распространяется в обратном направлении с середины апреля в Карелии и до конца июня на Таймыре. Большинство рек севера ЕТР, Кольского полуострова и Карелии полностью очищаются ото льда к середине-концу мая. Реки севера Сибири очищаются в начале-середине июня. На конец мая-начало июня приходится очищение рек Чукотки. Позже всего очищаются реки полуострова Таймыр. Сроки очищения рек ото льда в последние десятилетия смещаются на более ранние на 1-4 дня на Чукотке, на 1-2 дня на севере Якутии и Сибири и на 3-7 дней на Севере ЕТР. При этом ледоход на большей части рек непродолжителен и составляет от 1 до 3 дней, лишь на больших реках он продолжается более недели. На многих арктических реках в последние десятилетия увеличилась повторяемость заторов льда, хотя на части рек, в основном сибирских, они стали происходить реже.

Отдельно стоит отметить, что при введении в расчет новейших данных наблюдений за ледовым режимом (до 2016 г.), наблюдается некоторое усиление тенденций сокращения периода с ледовыми явлениями. При сравнении средних сроков наступления фаз ледового режима в периоды 1961-1990 гг. и 1981-2016 гг. изменения на 1-2 дня (в сторону более поздних сроков) отмечаются на 50% гидрологических постов в период замерзания и на такое же количество дней в сторону более ранних сроков на более чем 70% постов в период очищения ото льда.

В соответствии с нашими расчетами в середине XXI в. (2041-2060 гг.) при условии реализации сценария изменения климата RCP8.5 период с ледовыми явлениями может сократиться на севере ЕТР практически вдвое, и на 3-4 месяца в азиатской части арктической зоны России.

Появление льда на реках севера ЕТР может происходить во второй половине ноября (третья декада октября в современных условиях), причем на Кольском полуострове появление ледяных образований может сместиться на более поздние сроки, по сравнению с регионом Севера. При увеличении стока рек в осенние месяцы на 50% на Кольском полуострове даты появления льда могут сместиться на первую декаду декабря. На севере ЕТР возможный рост водности не сказывается на прогнозных оценках.

Замерзание рек в будущих климатических условиях будет происходить во второй декаде ноября (как и в современных условиях) при отсутствии изменений стока воды. Смещение на более поздние даты может иметь величину от 10 дней до 3 недель. Наиболее поздние даты, также, как и в случае оценок дат появления льда, будут наблюдаться на Кольском полуострове. Увеличение стока на 50% может повлечь еще большее смещение сроков замерзания: на 3 недели-месяц с большим ростом на севере.

Начало ледохода оценивается на период конца марта – первой половины апреля. То есть при отсутствии увеличения стока наблюдается смещение на более ранние даты на 25-40 дней на севере ЕТР и Кольском полуострове соответственно, а при росте стока на 50% смещение увеличивается ещё на 3-4 дня. Близкие по величине оценки получены и для дат очищения ото льда.

Исследование выполнено при финансовой поддержке проекта РФФИ № 18-05-60021-Арктика

Литература

1. Faye Ellen Hicks, An Introduction to River Ice Engineering: For Civil Engineers and Geoscientists, Create Space Independent Publishing Platform, 2016

2. IPCC (2013). Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Edited by T. F. Stocker, D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P. M. Midgley. — Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, USA. 2013. 1535 p

CURRENT CHANGES OF RIVER ICE REGIME OF RUSSIAN ARCTIC ZONE AND IT PROBABLE CHANGES DURING THE 21ST CENTURY

Vasilenko A.N.¹, Agafonova S.A.¹, Frolova N.L.¹

¹ – *Lomonosov Moscow State University, Faculty of Geography, Department of Land Hydrology, Moscow, Russia, saiiia24@mail.ru*

Abstract. Dates of occurring different ice events are discussed. The mitigation of ice regime of rivers takes place during past decades all around the Arctic zone of Russia. Evaluations of ice regime characteristics reveal extension of mitigation during the 21st century.

Key words: freshwater ice, ice regime of rivers, climate changes, evaluations of future ice regime