

ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА РЕК ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ И ГЕНЕТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

Киреева М.Б.¹, Фролова Н.Л.¹, Самсонов Т.Е.¹, Рец Е.П.²

¹ – Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова, Географический факультет, Москва, Россия, kireeva_mb@mail.ru

² – Институт Водных Проблем РАН, Москва, Россия

Аннотация. В работе представлены результаты исследования водного режима с помощью анализа интегрального коэффициента трансформации водного режима. Проведен анализ сезонного стока более 200 рек, предложены подходы к районированию типов водного режима в условиях меняющегося климата.

Ключевые слова: водный режим, оценка изменений водных ресурсов, реки Европейской части России.

Изучение трансформации водного режима рек Европейской части России является важной задачей, как с научной, так и с практической точки зрения. Оценка изменений водного режима важно с точки зрения регулирования стока, изучения опасных гидрологических явлений, таких как маловодья и наводнения. В качестве основы исследования была использована база данных с характеристиками сезонного стока рек Европейской территории России. В основу методики лег подбор характерных показателей – параметров сезонного стока однозначно задающих форму типичного гидрографа рек и описывающих характерные фазы водного режима, в общей сложности были предложены 20 параметров. В результате работы они были рассчитаны за период до и после начала значимых климатических изменений, проведен статистический анализ этой изменчивости. Таким образом, для каждой реки был составлен некий «вектор», состоящий из характеристик описывающий ее водный режим. Для рек отдельных бассейновых округов и в целом для всех отобранных водосборов на Европейской территории страны были получены диапазоны изменений каждого параметра, отражающие пределы изменений той или иной характеристики водного режима. Далее был проведен анализ предшествующих работ и методик «понижения размерности» подобных векторов. В результате были получены корреляционные матрицы, отражающие связность параметров между собой. Они в свою очередь позволили выделять ряд наиболее независимых величин, которые были приняты к расчету интегрального коэффициента трансформации водного режима (K_{tr}) по методике PATTERN. Было отобрано 5 параметров, для которых изначально предполагалось получить весовые коэффициенты методом экспертных оценок. Однако после получения результата был сделан вывод о невозможности подобных расчетов, поскольку мнения экспертов порой были противоположны, в результате весовые коэффициенты были приняты равными 0,2 для каждого параметра. Далее для каждой реки был рассчитан коэффициент трансформации водного режима с учетом вклада в нее каждого параметра, взятого в модульном значении.

В результате данной работы была получена методика расчета интегрального коэффициента трансформации водного режима на основе условно независимых параметров сезонного стока. На основе количественной оценки данного коэффициента была получена шкала состояния водного режима, позволяющая проводить сравнительный анализ его трансформации в различных физико-географических условиях. По осреднённым для БО значениям коэффициента трансформации

бассейновые округа можно объединить в следующие три группы: А) Донской, Окский, Нижневолжский (трансформация максимальна > 30) Б) Верхневолжский, Камский и Уральский (трансформация умеренна – от 15 до 30); В) Северный регион, Кавказ – трансформация минимальна < 15). Заключительным этапом стало построение карты интегрального коэффициента трансформации водного режима.

Пространственное распределение данного коэффициента отражает во многом однородные гидрологические районы, выделенные в сборниках Ресурсы поверхностных вод СССР, что подтверждает адекватность полученных оценок. В результате на основе полученных количественных оценок были проанализированы региональные особенности трансформации водного режима рек Европейской России. По итогу работы предложена соответствующая шкала степени изменений водного режима в ряду событий «норма – кризис – бедствие - чрезвычайная ситуация - катастрофа». Для районирования территории по типам водного режима была предложена более обобщенная классификация типов водного режима, отражающая роль различных источников питания и степень выраженности и характер маловодного периода на реках. В результате с помощью алгоритмов кластеризации были получены «ядра» типов водного режима. Это наглядно продемонстрировало, что в настоящий момент происходит взаимное проникновение типа водного режима с неустойчивым маловодным периодом в Центральные регионы Европейской России.

Основной чертой последних трех десятилетий является увеличение водности летне-осенней и зимней межени вследствие роста числа паводков, вызываемых оттепелями в зимний период и экстремальными дождями в летний. Именно прерывистость межени периода была выбрана в качестве одного из ключевых показателей при классификации. Первичным классификационным признаком стало наличие или отсутствие талого стока в течение гидрологического года. На втором шаге классификации выделяются горные и равнинные реки. На третьем классификационном признаке выделяется степень устойчивости межени периода. Дана подробная характеристика гидрологических сезонов и степени изменений внутригодового распределения стока для всех регионов европейской части России.

Проведенные исследования позволили создать обновленное районирование по типам водного режима рек Европейской территории России. В основу выделения районов были положены параметры стока, характеризующие типовую форму гидрографа. По результатам работы были построены карты выбранных параметров стока, проведен анализ и обобщение полученных тенденций. Так, например, по соотношениям максимального расхода к среднегодовому за в/х год выделяется несколько областей регионов с явными и однородными в пространстве изменениями: 1. Средняя полоса Донского и Окского БО, низовья Донского БО (превышение над межени расходами менее, чем в 3 раза); 2. Левобережные притоки Камы, реки верховьев Урала (превышение в 3-4 раза); 3. Бассейн Верхней Волги, Балтийский и Баренцево-Беломорский БО, выровненный гидрограф, (превышения меньше 3 раз); 4. Бассейны Русского Севера (превышения в 4-5 раз). В то же время в тех же регионах, где максимальные расходы уменьшаются, минимальные возрастают, и степень их роста сильнее. Повсеместное увеличение отношения минимального расхода к среднему за в/х год в Донском и Окском районе – более 0,4 против 0,1 – 0,3 раз за первый период. Аналогична ситуация с бассейном Камы³.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 17-05-41030 рго_а, а также гранта 18-05-60021 в части анализа стока Арктических рек

EVALUATION OF THE WATER REGIME TRANSFORMATION ON THE RIVERS OF THE EUROPEAN TERRITORY OF RUSSIA USING VARIOUS APPROACHES

Kireeva M.¹, Frolova N.¹, Samsonov T.¹, Entin A.¹, Rets E.², Ezerova N.¹

¹ – *Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia, kireeva_mb@mail.ru*

² – *Water Problem Institute, Moscow, Russia*

Abstract. The paper presents the results of the study of the water regime by analyzing the integral transformation coefficient. An analysis of the seasonal runoff for more than 200 rivers has been carried out, approaches have been proposed for the zoning of types of water regime in a changing climate.

Key words: water regime, water resources, changing climate, rivers of European Russia.