Кроме того, при растирании капсулированной почвы на пальцах не остается масляных черных нефтяных следов, почва не пахнет нефтью, на поверхности ее водной вытяжки нефтяная пленка не появляется, и она не пахнет нефтью [2].

Таким образом, технология капсулирования изолирует почвенную нефть внутри капсул, что позволяет предотвращать попадание почвенной нефти в окружающую среду, то есть изолировать (деактивировать) нефть, как загрязнителя окружающей среды [2].

1. Иванова А.Н. Технология реагентного капсулирования в нефтяной промышленности, Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов - 2012 г.
2. Пашаян А.А., Плотников А.С., Щетинская О.С., Аминов Д.О. Патент РФ: RU 2 723 182 C1: Способ изолирования нефти в почве химическим капсулированием;
3. Суфиянов Р.Ш., Мухтаров Я.С. Определение границы экономической целесообразности применения метода реагентного капсулирования при обезвреживании нефтезагрязненных грунтов.

Исмайллов Г.Х., Муращенкова Н.В., Исмайллова И.Г.

Влияние климатических факторов на многолетние изменения стока бассейна реки Волги

*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-13

Аннотация

Одним из наиболее существенных последствий ожидаемого глобального потепления климата, может стать изменение водных ресурсов и гидрологического режима водных объектов и территорий. От этих изменений будут зависеть условия водообеспечения населения, промышленности, гидроэнергетики, сельского хозяйства, а также экологическая ситуация. В настоящей работе рассмотрены многолетние колебания речного стока бассейна реки Волги за период 1881/82 – 1994/95 гг. в связи с многолетними колебаниями атмосферной циркуляции (западной, восточной и меридиональной). Выполнена оценка статистических параметров временных рядов годового стока реки Волги за периоды, различающиеся типом атмосферной циркуляции. Проверка гипотезы однородности рассматриваемых параметров годового стока с использованием статистических критериев показала, что ряд годового стока реки Волги является неоднородным по математическому ожиданию и коэффициенту корреляции. В то же время можно полагать, что для отдельных временных интервалов с преобладанием того или иного типа атмосферной циркуляции выполняются условия их локальной стационарности.

Ключевые слова: речной сток, атмосферная циркуляция, многолетние колебания, однородность, годовой сток, атмосферные осадки.

В течение последних лет многие исследователи работали над разработкой проблемы посвященной изучению влияния внешних геофизических факторов на океан и атмосферу Земли. Результаты, полученные в ходе исследований, убедили нас в реальности воздействия внешних сил на изменения крупномасштабных процессов, протекающих в подвижных оболочках планеты и, следовательно, на формирование колебаний климата. Поэтому возникает мысль рассмотреть с этих позиций многолетние колебания речного стока представляющего одну из важных интегральных характеристик климата. В качестве объекта исследования были выбраны межгодовые изменения стока реки Волги, которые рассматривались в связи с многолетними

колебаниями атмосферной циркуляции, возникающими под влиянием солнечной активности, приливообразующих сил Солнца и Луны, движения полюса Земли.

Наибольшее воздействие на речной сток Волги оказывают воздушные массы морского происхождения, формирующиеся над северными районами Атлантического океана и арктическими морями, которые имеют наибольшую частоту повторяемости. Нередко наблюдается приход континентальных воздушных масс с азиатской территории. Наблюдаются также меридиональные вторжения с северных или южных районов. Благодаря своей огромной территории и особенностям расположения бассейн реки Волги может служить одним из индикаторов глобальных климатических изменений.

Многолетние колебания атмосферной циркуляции в соответствии с классификацией Г.Я. Вангенгейма - А.А. Гирса основаны на трех формах циркуляции: западной (W), восточной (E) и меридиональной (C). При западной форме над бассейном Волги преобладает быстрое движение с запада на восток атлантических циклонов и осадков выпадает выше нормы. Дефицит осадков формируется, как правило, при преобладании процессов восточной формы. При меридиональной циркуляции в целом в пределах бассейна Волги преобладают циклонические поля, но количество осадков не превышает климатической нормы. Исследование режима атмосферных осадков [1,2,3] показало, что в бассейне Волги в многоводные годы увеличилась роль атлантических циклонов. При этом увеличение числа циклонов наблюдалось не только зимой, но и летом, что свидетельствует о важной роли летнего увлажнения в формировании межгодовой изменчивости стока р. Волги.

Выполнен анализ межгодовой изменчивости стока р. Волги за период 1881/82 – 1994/95 гг., рассматриваемый в связи с многолетними колебаниями атмосферной циркуляции (западной, восточной и меридиональной).

В таблице 1. приведены статистические параметры (среднемноголетний объем стока ($W_{ср}$), среднеквадратическое отклонение σ_w , коэффициент вариации C_v , коэффициент стока смежных лет $R(1)$) условно-естественного годового стока р. Волги для периодов с преобладающим типом атмосферной циркуляции. Как видно из данных этой таблицы, диапазон изменения характеристик годового стока весьма значителен. Так, среднемноголетние значения годового стока изменяются от 214 до 308 км³/год, среднеквадратическое отклонение от 29,6 до 48,7 км³/год, коэффициент вариации от 0,12 до 0,19, а коэффициент корреляции стока смежных лет от - 0,358 до 0,678.

Таблица 1.

Основные статистические параметры условно-естественного годового стока р. Волги у г. Волгограда за периоды, различающиеся типом атмосферной циркуляции

Период	п, лет	$W_{ср}$, км ³ /год	σ_w , км ³ /год	C_v	$R(1)$
1881/82 – 1890/91 (тип C)	10	261,6	35,27	0,135	0,0265
1891/92 – 1928/29 (тип W)	38	257,9	48,04	0,186	0,358
1929/30 – 1939/40 (тип E)	11	213,5	40,14	0,188	0,678
1940/41 – 1948/49 (тип C)	9	258,7	40,67	0,157	0,433
1949/50 – 1964/65 (тип E+C)	16	251,3	29,66	0,118	0,220
1965/66 – 1988/89 (тип E)	24	262,7	42,19	0,161	0,268
1989/90 – 1994/95 (тип W)	6	308,5	48,72	0,158	-0,358

Проверка гипотезы об однородности рассматриваемых параметров годового стока с использованием критериев Бартлетта [4] и однофакторного дисперсионного анализа дала следующие результаты. Поскольку фактическое значение критерия Бартлетта $B=5,28$ меньше критического при $\alpha =0,05$, равного 12,59, отклонять гипотезу об однородности дисперсий нет оснований. Проверка однородности средних по

периодам объёмов стока с помощью критерия однофакторного дисперсионного анализа дала значение $f_6 = 3,60$. Критическое значение $F_{6,108}$ при $\alpha = 5\%$, равно 2,18. Следовательно, для периодов с разными типами атмосферной циркуляции расхождения между оценками $m_1^*, \dots, m_7^*$ (таблица 1) может быть признано статистически достоверным. Также статистически достоверны и различия между оценками коэффициента корреляции $R(1)$. Следовательно, условно-естественный ряд годового стока Волги за период 1881/82 – 1994/95 гг. является неоднородным по математическому ожиданию и коэффициенту автокорреляции. В то же время можно полагать, что для отдельных временных интервалов с преобладанием того или иного типа атмосферной циркуляции выполняются условия их локальной стационарности. Переход же от одного состояния к другому происходит в естественных условиях под воздействием внешних климатообразующих факторов, существенно изменяющих соотношение между осадками и испарением в пределах территории бассейна Волги [5].

Ведущими климатическими факторами, определяющими сток Волги, являются осадки холодного и теплого периодов года, температура и дефицит влажности воздуха летом. Обнаруживается четкая закономерность, периодам повышенной водности ($P < 25\%$) соответствуют периоды повышенных осадков и пониженных значений испарения. И наоборот, периодам пониженной водности ($P > 75\%$) всегда соответствуют периоды пониженных осадков и повышенных значений испарения. Таким образом, в механизме многолетних колебаний годового стока Волги важную роль играет асинхронность колебаний формирующих его водно-балансовых процессов. Асинхронность колебаний осадков и испарения неизбежно приводит к чередованию периодов с относительно устойчивым ходом разности осадки-испарение и периодов с разнонаправленными градиентами водно-балансовых процессов. В результате важной особенностью процесса многолетних колебаний годового стока Волги, становится цикличность, т.е. проявление тенденции к группировке лет повышенной (пониженной) водности без устойчивой периодичности процесса.

Таким образом, обнаруженные закономерности в многолетних колебаниях речного стока генетически связаны с колебаниями барического поля Земли и циркуляцией атмосферы, возникающими под воздействием солнечной активности. Вследствие этого дальнейшие исследования изменчивости стока должны предусматривать причинно-следственные связи: внешние воздействия-колебания атмосферной циркуляции - циклические колебания стока.

1. Исмаилов Г.Х., Муращенкова Н.В. Оценка изменения и взаимосвязь элементов водного баланса бассейна реки Волги в условиях изменения климата / Г.Х. Исмаилов, Н.В. Муращенкова // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. - 2015. - №5. - С. 4-17.
2. Исмаилов Г.Х. Оценка и прогноз речного стока бассейна р. Волги с учетом возможного изменения климата. //Использование и охрана природных ресурсов в России. - 2018. - №4. - С. 56-61.
3. Исмаилов Г.Х., Муращенкова Н.В. К теории и методологии формирования элементов водного баланса речного бассейна в условиях меняющегося климата. // Экология. Экономика. Информатика. Сборник статей: в 2-х т. Т.1: Системный анализ и моделирование экономических и экологических систем. Выпуск 1. - Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ, 2016. - С. 615-628.
4. Христофоров А.В. Надежность расчётов речного стока / А.В. Христофоров. - М.: Изд-во МГУ. - 1993. - 168 с.
5. Саруханян Э.И., Смирнов Н.П. Многолетние колебания стока Волги. Л.: Гидрометеиздат, 1971. - 166 с.