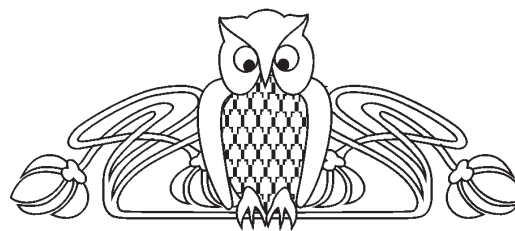




УДК 551.589

## КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В НИЖНЕВОЛЖСКОМ РЕГИОНЕ НА ФОНЕ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ (на примере Саратова)



С. В. Морозова<sup>1</sup>, Н. Г. Левицкая<sup>2</sup>, И. А. Орлова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Саратовский государственный университет

E-mail: swetwl@yandex.ru

<sup>2</sup>ГНУ НИИСХ Юго-Востока РАСХН

E-mail: orlova-ia2504@yandex.ru

В настоящей статье показано, что на фоне второй волны глобального потепления на территории Саратова и области хорошо заметны климатические изменения, особенно в средних многолетних, средних месячных температурах, а также в продолжительности основных и переходных сезонов года. Отмечается вклад циркуляции в формирование климатических особенностей региона.

**Ключевые слова:** региональные климатические изменения.

### Climate Changes of the Lower Volga Region on the Background of Global Warming (on the Example of Saratov)

S. V. Morozova, N. G. Levitskaya, I. A. Orlova

In this article it is shown that on the background of the second wave of the global warming on the territory of Saratov and the region is well noticeable climate change, especially in the multiyear averages, mean monthly temperatures, as well as the duration of the main and the transitional seasons of the year. Noted the contribution of the circulation in the formation of the climatic characteristics of the region.

**Key words:** regional climate change.

Современное состояние Земной климатической системы (ЗКС) характеризуется глобальным потеплением, начало которого отнесено к концу XIX века [1,2]. Однако внутри этого почти 150-летнего промежутка выделяется три естественных климатических периода: первая волна глобального потепления, период стабилизации и вторая волна глобального потепления. Первая волна глобального потепления началась в конце XIX века и закончилась в 40-х гг. XX века, после нее наступил небольшой период стабилизации, длившийся два десятилетия – 50–60 гг. XX века, с середины 1970-х гг. началось новое потепление, названное второй волной и продолжающееся с некоторым замедлением темпа по настоящее время [1–3]. Глобальная средняя приземная температура воздуха за период с конца XIX века возросла на 0,6–0,2°C, а с учетом данных [3] рост температуры составил 0,74°C, причём подобный ход температуры характерен и для Северного, и для Южного полушарий [2]. Безусловно, глобальные климатические тенденции заметны и на

уровне регионов. Интересно проследить, как эти тенденции проявляются в Нижнем Поволжье (на примере Саратова).

Основной характеристикой климата является температурно-влажностный режим. Значения температуры и количество осадков взяты по метеорологической станции Саратов Ю-В за максимально возможный временной промежуток с 1912–2011 г.

Изменение средней годовой температуры воздуха в Саратове с 1912 по 2011 г. представлено на рис. 1, и построена также линия тренда. Отметим, что за указанный временной промежуток (около ста лет) среднегодовая температура выросла с 4,8 до 7,2°C (на 0,24°C за 10 лет). Однако такая линия тренда является довольно сильно сглаженной и не отражает периоды повышения и понижения температуры, проявляющиеся глобально. Для более чёткого выделения периодов повышения и понижения температуры применены методы скользящего осреднения [4] и интегрально-разностных кривых [5]. Исследуя временной ход температуры воздуха с помощью скользящего 11-летнего осреднения (рис. 2), можно заключить, что наиболее сильный рост температур в исследуемом регионе характерен для второй волны глобального потепления. Первая волна глобального потепления, известная как «потепление Арктики», на юго-востоке Европейской России практически не выражена. Средние температуры этого временного промежутка оказались даже ниже средних температур периода стабилизации примерно на 1°. Большую наглядность в выделении периодов изменений температуры дают интегральные разности. По интегрально-разностной кривой (рис. 3) видно, что на территории области в первую волну глобального потепления преобладали отрицательные аномалии среднегодовых температур. Выделяющиеся на этой кривой периоды стабилизации и второй волны глобального потепления совпадают с аналогичными состояниями земной климатической системы.

Таким образом, на территории области в вековом ходе средних годовых температур не проявился такой естественный климатический период состояния ЗКС, как первая волна глобального потепления, в то время как два других (стабилизация и вторая волна) выражены очень хорошо.

Известно, что общий климатический режим территории складывается под действием трёх ос-

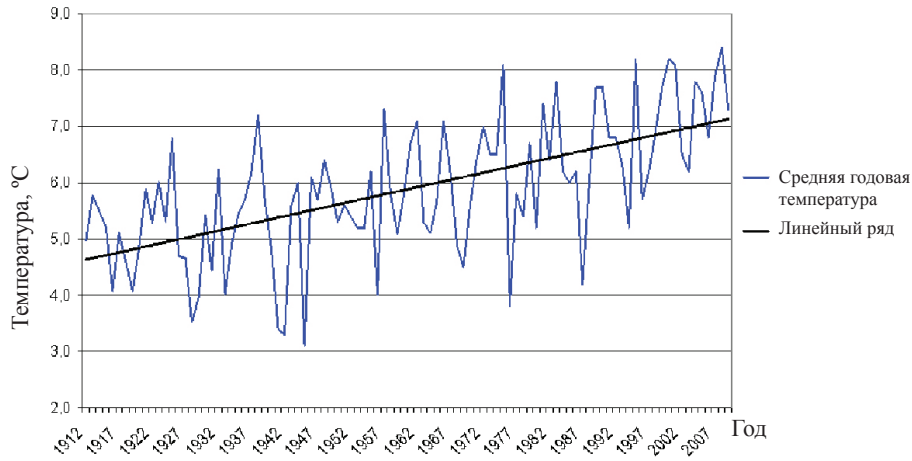


Рис. 1. Вековые изменения средней годовой температуры воздуха (1912–2011 гг.)

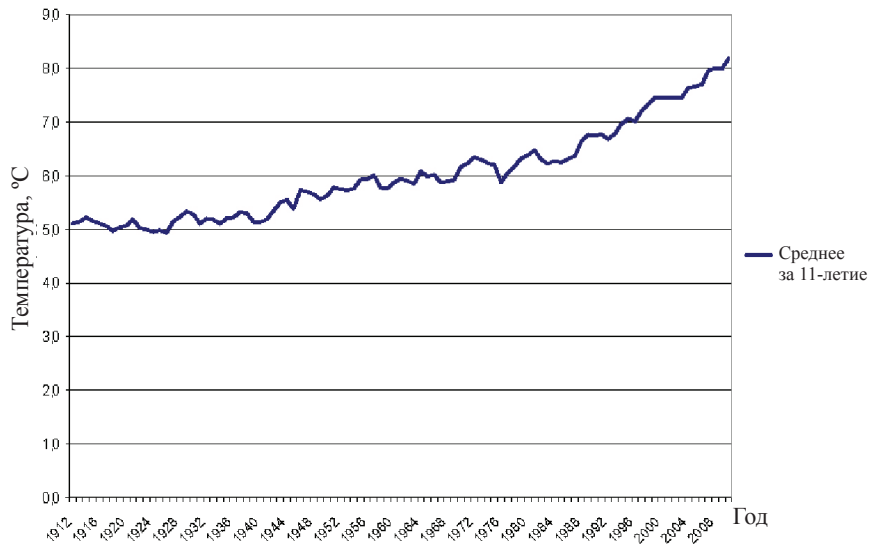


Рис. 2. Скользящее 11-летнее среднее векового хода температуры (1912 – 2011 гг.)

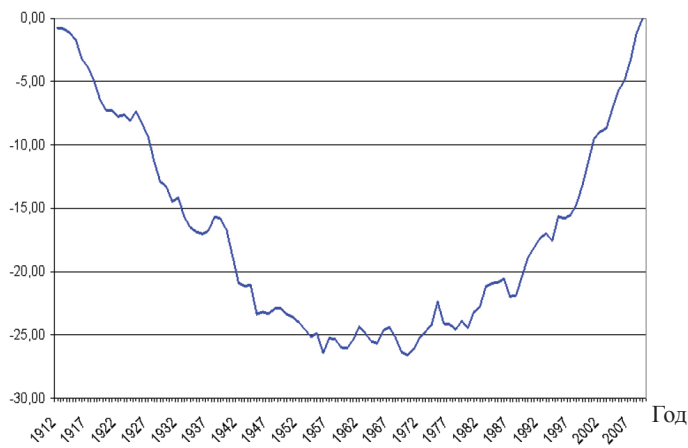


Рис. 3. Интегрально-разностная кривая среднегодовой температуры воздуха (1912–2011 гг.)



новных климатообразующих факторов: прихода солнечной радиации, характера подстилающей поверхности и общей циркуляции атмосферы. Учитывая столь небольшой промежуток времени (порядка ста лет) и исключая антропогенную составляющую, роль которой в настоящем потеплении до конца не определена, отметим, что существенные изменения этих трёх факторов можно увидеть только в режиме циркуляции атмосферы. В настоящей работе вклад циркуляции в формирование общего температурного фона территории исследовался на основе учёта коли-

чества тёплых и холодных вторжений на фоне естественных климатических периодов. Для этого в каждом зимнем и каждом летнем месяце за период 1912–2011 гг. подсчитывалось количество волн тепла и холода различной интенсивности. Волной тепла (холода) считалось повышение (понижение) средней суточной температуры воздуха на 5°C и более продолжительностью не менее двух дней. Результаты сводных расчётов отдельно по зимнему и летнему периодам представлены в табл. 1. Из анализа табл. 1 можно заключить, что на территории области зимой в

Таблица 1

## Среднее сезонное число волн тепла и холода в различные естественные климатические периоды

Периоды глобального потепления	Зима		Лето	
	Волны тепла	Волны холода	Волны тепла	Волны холода
Первая волна	8,1	9,6	6,0	5,9
Стабилизация	7,5	8,1	6,1	6,1
Вторая волна	9,0	8,1	5,9	5,9

среднем наблюдается 8–9 волн тепла и 8–10 волн холода, летом число тёплых и холодных волн практически одинаково – около 6 за сезон. Такая стабильность количества волн тепла и холода летом характерна для всех периодов состояния ЗКС. Однако зимой заметны различия в числе тёплых и холодных волн относительно естественных климатических периодов. В первую волну глобального потепления среднесезонное число холодных волн превышает число тёплых, что согласуется с выводом об отсутствии потепления в исследуемом регионе в первый естественный климатический период состояния ЗКС. В последующие два периода состояния ЗКС (стабилизация и вторая волна), хорошо проявившиеся на территории области, уменьшилось число холодных вторжений (с 9,6 до 8,1 за сезон), причём и в период стабилизации, и во вторую волну глобального потепления среднесезонное количество волн холода стабильно. Для тёплых волн, наоборот, хорошо выражены различия в их количестве на фоне естественных климатических периодов. Так, меньше всего тёплых волн в период стабилизации (7,5 за сезон), на фоне первой и второй волн глобального потепления – 8,1 и 9,0 соответственно. Таким образом, проведённый анализ данных (см. табл. 1) подтверждает такую особенность второй волны глобального потепления, как сезонность (рост температур именно холодной части года) и отражает роль адвективных процессов в региональных изменениях климата. Так, наиболее значимым для климатических изменений в регионе является именно поступление тепла, за исключением первой волны глобального потепления, на фоне которой большее число холодных вторжений нивелировало роль тёплых адвективных процессов.

Помимо температуры воздуха, другой основной климатической характеристикой являют-

ся атмосферные осадки. Если во временном ходе глобальной температуры чётко выделяются периоды её роста и стабилизации, то какой-либо закономерности в изменениях месячных и годовых сумм осадков практически не замечено [3]. Отмечаются [3] лишь тенденция их уменьшения в районах с недостаточным увлажнением и некоторое увеличение количества осадков в гумидных зонах. Причём в районах с недостаточным увлажнением замечено увеличение повторяемости выпадения экстремальных суточных сумм осадков во вторую волну глобального потепления [3]. Территория Нижнего Поволжья, в том числе и Саратовская область, относится к зоне рискованного земледелия, в которой лимитирующим фактором для выращивания сельскохозяйственных культур являются именно атмосферные осадки. Поэтому рассмотрим режим изменения годовых сумм осадков на территории Саратовской области за исследуемый столетний ряд. Гистограмма годовых сумм осадков представлена на рис. 4. На основании гистограммы векового хода годовых сумм осадков заметна очень слабая тенденция их роста, однако в литературе [6,7] содержатся уточнения по поводу роста количества осадков именно холодного периода. Из анализа суточных сумм осадков, приведённого в работе [8], в летний период замечено увеличение повторяемости экстремальных сумм осадков, что наиболее сильно проявилось в сентябре. Таким образом, и в Саратове отмечено наиболее частое выпадение сильных ливней во вторую волну глобального потепления, причём наибольшая частота их выпадения сместилась с середины лета (июль) на начало осени (сентябрь).

В настоящее время человечество переживает вторую волну глобального потепления, характеризующуюся ещё более быстрым ростом температур по сравнению с первой волной.

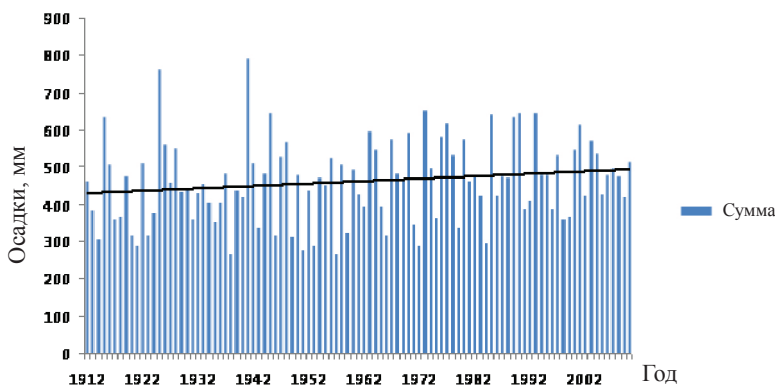


Рис. 4. Гистограмма векового хода осадков (1912–2011 гг.)

Поэтому наиболее подробно климатические изменения в регионе рассмотрим на фоне второй волны глобального потепления. Отметим, что особенностью этого естественного климатического периода является его сезонность. Иными словами, во вторую волну глобального потепления рост температур наблюдается не во все сезоны года. Наиболее сильный рост имеет место зимой, в то время как летние сезоны испытывают некую стабильность и даже становятся несколько прохладнее. Рассмотрим годовой ход средних месячных температур за

различные периоды осреднения на фоне второй волны глобального потепления (1971–2000 гг. и 2001–2010 гг.) по отношению к среднемесячным температурам за тридцатилетний период (1960–1991 гг.), по рекомендации ВМО условно принятый за климатическую норму.

Кривые хода среднемесячной температуры воздуха за выбранные периоды на фоне более раннего многолетнего периода («нормы») представлены на рис. 5. Рассчитаны также (табл. 2) отклонения от нормы средней многолетней температуры за период 1971–2000 гг. (см. первую

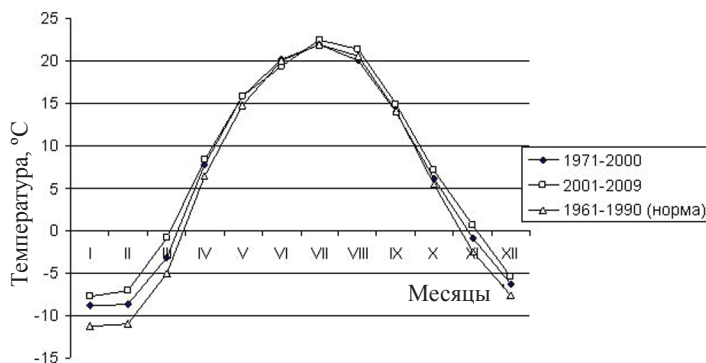


Рис. 5. Годовой ход температуры воздуха за различные периоды осреднения

Таблица 2

Отклонения средней месячной температуры от нормы ( $\Delta t$ ), °C

Период	Месяцы											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1971–2000	2,4	2,2	1,9	1,3	1,1	0,2	0,0	-0,5	-0,2	0,6	1,6	1,4
2001–2010	3,5	3,8	4,3	1,9	1,1	-0,6	0,5	0,9	0,8	1,6	3,1	2,1

строку табл. 2) и отклонения от нормы средней многолетней температуры за период 2001–2010 гг. (см. вторую строку табл. 2) для каждого месяца. Из анализа таблицы и графика можно заключить, что последнее тридцатилетие XX века (1971–2000 гг.) было теплым, причем это характерно для большинства месяцев года за исключением июня, июля, августа и сентября, где отклонение от нормы было «нулевым» (июль) или

слабоотрицательным: август –  $-0,5^{\circ}\text{C}$ , сентябрь –  $-0,2^{\circ}\text{C}$  (см. табл. 2). Было выявлено, что особенно четко региональная тенденция потепления климата проявилась в зимне-весенний сезон, где отклонения от нормы составили  $2,4^{\circ}\text{C}$  в январе,  $2,2^{\circ}\text{C}$  в феврале,  $1,9^{\circ}\text{C}$  марте,  $1,4^{\circ}\text{C}$  декабре. Таким образом, и на территории области хорошо выражена одна из особенностей глобального потепления – его сезонность (рост температур



весеннее-зимнего периода и относительная стабильность летнее-осенних температур).

Далее рассмотрим, как сохраняются наметившиеся тенденции во вторую волну глобального потепления в начале XXI века (2001–2010 гг.). Зимнее – весеннее потепление продолжается (см. табл. 2), и еще более интенсивно. Отклонения средних месячных температур этого периода от нормы составляют 3,5°C в январе, 3,8°C в феврале, 4,4°C в марте. Отметим также, что практически вся кривая, характеризующая ход средних месячных температур за первое десятилетие настоящего века, лежит выше кривой годового хода температур последнего тридцатилетия прошлого века (см. рис. 5). Тенденция похолодания прослеживается только в июне (см. табл. 2). Отметим, что в наиболее поздний исследуемый период (2001–2010 гг.) теплее становятся и осенние сезоны, в то время как наиболее стабильным температурным режимом отличается, как и прежде, лето.

Для более полной и подробной климатической характеристики изучаемого временного отрезка (вторая волна глобального потепления) рассмотрим особенности его проявления в основные и переходные сезоны года. Как уже указывалось, летом в температурном режиме потепление не проявляется. Характеру потепления зимних сезонов посвящено большое количество региональных исследований. Подробно терми-

ческие характеристики зимних сезонов описаны в [6–7, 9–10] и др. В этих работах подчеркивается, что рост температур характерен именно для зимне-весеннего периода – до 1,8°C в правобережных районах Саратовской области и до 2,3°C в левобережных. Увеличение осадков характерно для холодного полугодия, в то время как летом их стало выпадать меньше, особенно на крайнем юго-востоке области в полупустынной зоне. Исследование переходных сезонов года наиболее полно представлено в статьях [11–14]. Из обзора этих статей можно заключить, что в марте, относящемуся к холодному полугодю, средняя температура третьей декады во вторую волну глобального потепления уже оказалась положительной 0,1°C, в то время как в более ранний период (1914–1950 гг.) её значение было равным -2°C.

Однако сезонность, характерная для второй волны глобального потепления, проявляется не только в термических характеристиках сезонов, но и в их продолжительности, а также в датах наступления периодических явлений (схода, разрушения, установления снежного покрова, в глубине промерзания почвы и т. п.). Для установления продолжительности основных и переходных сезонов года рассчитаны даты перехода средней суточной температуры воздуха через определённые пределы за разные временные промежутки (табл. 3).

Таблица 3

Средние многолетние даты перехода через определённые пределы

Температура, °C	Даты перехода через определённые пределы			
	Весна		Осень	
	40–60-е гг. XX в.	1971–2009 гг.	40–60-е гг. XX в.	1971–2009 гг.
0	29.III	24.III	9.IX	11.XI
5	11.IV	9.IV	18.X	20.X
10	24.IV	23.IV	28.IX	1.X

Из анализа табл. 3 можно заключить, что весенние даты перехода сместились на более ранние, а осенние – на более поздние сроки. Особенно сильное смещение (на три дня) имеют даты перехода через 0°C весной и через 10°C осенью, т. е. опять имеем увеличение продолжительности тёплого периода по сравнению с холодным.

Таким образом, на фоне второй волны глобального потепления на территории Саратова и области хорошо заметны климатические изменения, особенно в средних многолетних и средних месячных температурах, а также в продолжительности основных и переходных сезонов года. В целом же региональные климатические изменения в Нижнем Поволжье имеют свою специфику по отношению к глобальным климатическим процессам.

### Библиографический список

1. Шерстюков Б. Г. Региональные и сезонные закономерности изменений современного климата. Обнинск, 2008. 246 с.
2. Переведенцев Ю. П. Теория климата. Казань, 2009. 503 с.
3. Оценочный доклад об изменении климата и их последствиях на территории Российской Федерации. М., 2008. 227 с.
4. Наумова Л. П. О выделении детерминированных составляющих случайного процесса // Тр. / ГГО. 1977. Вып. 390. С. 83–85.
5. Дроздов О. А. О свойствах интегрально-разностных кривых // Тр. / ГГО. Л., 1964. Вып. 162. С. 3–6.
6. Иванова Г. Ф., Левицкая Н. Г., Шаталова О. В. Изменения климата и аномальность зим на территории Саратовской области в конце XX– начале XXI века // Гео-



графические исследования в Саратовском государственном университете / под ред. Е. А. Полянской. Саратов, 2002. С. 165–170.

7. *Левицкая Н. Г., Шаталова О. В., Иванова Г. Ф.* Обзор средних и экстремальных характеристик климата Саратовской области во второй половине XX – начале XXI века // *Аграрный вестн. Юго-Востока*. 2009. № 1. С. 30–33.

8. *Морозова С. В., Полянская Е. А., Пужлякова Г. А., Фетисова Л. М.* Статистическая структура суточных сумм осадков тёплого периода в Саратове // *Современные глобальные и региональные изменения геосистем: материалы всерос. конф.* Казань, 2005. С. 355–356.

9. *Морозова С. В.* Современные тенденции климата и их проявление в Саратовской области // *Естественно-историческое краеведение: прошлое и настоящее: сб. науч. ст. и метод. материалов XII краеведческих чтений*. Саратов, 2009. С. 56–59.

10. *Морозова С. В., Денисов К. Е., Степанов Д. С., Даулетов М. А.* Изменения температурного режима в

Саратовской области // *Резервы устойчивого развития сельскохозяйственного производства: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф.* Саратов. 2012. С. 81–84.

11. *Морозова С. В., Денисов К. Е., Шестёркин Г. И.* Характеристика термического режима весен в городе Саратове // *Резервы сберегающего земледелия на современном этапе: сб. науч. работ*. Саратов, 2008. С. 131–136.

12. *Морозова С. В., Денисов С. Е., Семёнов А. А., Тарабаев Ю. А.* Характеристика термического режима первой половины периода вегетации // *Перспективные направления развития АПК: сб. науч. работ ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ» ИЦ «РАТА»*. Саратов, 2009. С. 108–112.

13. *Морозова С. В., Бояджан А. В., Семёнов А. В., Тарабаев Ю. А., Денисов К. Е.* Тенденции глобального изменения климата и их проявление в весенний период в Саратовской области // *Там же*. С. 119–123.

14. *Морозова С. В., Денисов К. Е., Степанов Д. С., Даулетов М. А.* Термическая характеристика осенних сезонов // *Резервы устойчивого развития сельскохозяйственного производства*. С. 84–88.

УДК 502.172 |18/19|

## ИСТОРИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕРМИНА «ПАМЯТНИК ПРИРОДЫ» В ГЕРМАНИИ В XIX – НАЧАЛЕ XX ВЕКА

А. С. Мукало

Саратовский государственный университет  
E-mail: anastasia-mukalo@yandex.ru

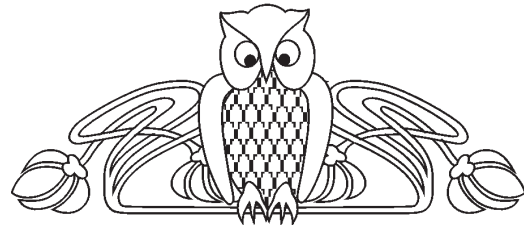
В статье кратко раскрывается история формирования термина «памятник природы» в германской науке и естественно-научной деятельности с конца XVIII в. по 1920-е гг. По данным германских ученых, занимающихся этим вопросом, систематизированы все версии первого употребления данного термина, этапы расширения понятия в теории и практике. Кратко раскрыты связанные с этим основные события истории охраны природы в Германии XIX в. и описаны ключевые работы по указанному вопросу. Раскрывается специфика памятников природы, созданных в Германии Прусской государственной комиссией к концу Первой мировой войны.

**Ключевые слова:** охрана природы, памятник природы, Александр Гумбольдт, Георг Швайнфурт, Альфред Йенцш, Гуго Конвентц, Германия, XIX в.

### The Development History of the Concept «Nature Monument» in Germany in the XIX–XX Century

A. S. Mukalo

There is a history of the term «nature monument» in the German science and nature conservation practice between the end of XVIII century and 1920<sup>th</sup> in the article. According to the German scientists going into this question, stages of the concept extension in theory and practice are briefly classified and the first term using cases are described. The main events of nature protection history in Germany and key works are referred. There is an analysis of the nature monuments in German Empire created to the end of the First World War.



**Key words:** nature conservation, nature monument, Alexander von Humboldt, Georg Schweinfurth, Alfred Jentzsch, Hugo Conwentz, Germany, XIX century.

### Введение

Памятник природы – одно из фундаментальных понятий в природоохранном деле. После того как слова «памятник природы» и «охрана памятников природы» уже на рубеже XIX–XX вв. стали международными понятиями [1], возрос общий интерес к истории происхождения этого словосочетания, который в Германии сохранился до сих пор. Библиография по данной теме охватывает около сотни лет (с 1910 по 2009 г.). Для Германской империи, которая в начале XX в. стала лидером в Европе по природоохранным мероприятиям, этот вопрос оказался принципиальным, что в первую очередь было связано с работой Прусской государственной комиссии по охране памятников природы (с 1906 г. находилась в Данциге, с 1911 г. – в Берлине), которую возглавлял Гуго Конвентца [2]. В данной статье речь идет именно о возникновении рассматриваемого понятия в немецком языке и науке в XIX в., а затем кратко рассматривается его применение на практике в Германской империи.