

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Сибирское отделение  
Институт географии им. В.Б. Сочавы

РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО  
Иркутское областное отделение

**ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И  
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ РЕГИОНАЛЬНОЙ  
ПОЛИТИКИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

*Материалы Международной научно-практической конференции,  
посвященной памяти чл.-корр. РАН А.Н. Антипова  
Иркутск, 23-27 сентября 2019 г.*

Иркутск  
Издательство Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН  
2019

УДК 911.(063)  
ББК 26.8я431  
Г35

**Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования** / Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной памяти чл.-корр. РАН А.Н. Антипова (23–27 сентября 2019 г.). – Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 2019. – 1044 с.

В сборнике опубликованы тезисы докладов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти чл.-корр. РАН А.Н. Антипова "Географические основы и экологические принципы региональной политики природопользования". В статьях рассмотрены фундаментальные проблемы географической науки, интегральные и междисциплинарные подходы к изучению природной и эколого-экономической среды; факторы и пути предотвращения антропогенных воздействий на природные системы. Авторы делятся опытом реализации проектов ландшафтного планирования и экологического обоснования хозяйственной деятельности в различных регионах, обсуждают подходы и методы управления природными ресурсами. Значительное внимание в статьях уделено вопросам охраны окружающей среды.

Сборник ориентирован на научных сотрудников, преподавателей и учащихся высших учебных заведений, работников проектных организаций, представителей администраций различного уровня.

The proceedings contain abstracts of reports of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Corr. Member of RAS A.N. Antipov "Geographical foundations and environmental principles of regional policy of nature management." The papers discuss the fundamental problems of geographical science, integral and interdisciplinary approaches to the study of the natural and socio-economic environment; principles and methods of minimizing the negative anthropogenic impact on geosystems. The authors share their experience in implementing landscape planning projects and environmental studies of economic activities in various regions; discuss approaches and methods for managing natural resources. Considerable attention is paid to environmental issues in the articles.

The proceedings are aimed at researchers, teachers and students of higher educational institutions, employees of planning organizations and representatives of administrations.

*Редакционная коллегия: к.г.н. Владимиров И.Н. – отв. ред.,  
к.г.н. Балыбина А.С., к.г.н. Василенко О.В., к.г.н. Цыганкова М.В., к.г.н. Шеховцов А.И.*

Отказ от ответственности:

Сборник материалов конференции основан на текстах, представленных авторами в системе электронной подачи. Авторы несут полную ответственность за содержание и возможные ошибки.

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ ДИНАМИКИ УРОВНЯ ВОДЫ БЕССТОЧНЫХ ОЗЕР НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ОСНОВЕ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ**

Рыгалова Н.В.<sup>1</sup>, Галахов В.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Алтайский государственный университет», Россия, Барнаул, <sup>2</sup> ФГБУН «Институт водных и экологических проблем» СО РАН, Россия, Барнаул, natalia.ml@mail.ru, galahov@iwep.ru

## **RECONSTRUCTION OF THE DYNAMICS OF THE ENDORHEIC LAKE LEVEL IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA BASED ON DENDROCHROLOGICAL DATA**

Rygalova N.V.<sup>1</sup>, Galakhov V.P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Altai State University, 656049, Barnaul, Lenin St., 61,

<sup>2</sup> Institute for Water and Environmental Problems, Siberian Branch of Russian Academy of Science, 656038, Barnaul, Molodezhnaya St., 1  
natalia.ml@mail.ru, galahov@iwep.ru

The article considers the possibility of using the dendrochronological method for reconstructing the dynamics of changes in the endorheic lake level for arid areas (using the example of two large endorheic lakes: Kulundinskoe and Chany), the duration of instrumental observations on which is short. More than 30 tree-ring chronologies of Scots pine of pine belt forest were used as an indication basis. The average duration of chronologies obtained from living trees is about 150 years. For this reason, extended chronologies were used in the work, which were built using the wood of buildings in the villages of the Altai Territory located in close proximity to the tape forests.

As a result of the dendrohydrological analysis, a link was established between the lake level and the radial growth of pine. A lag effect in the response of hydrological objects to climate fluctuations for 1-2 years has been revealed. The fluctuation of the average annual water level of Lake Kulundinsky is more similar to the dynamics of the radial growth of pine: a greater number of tree-ring chronologies have shown significant links with the water level of Lake Kulundinsky. This is due to the territorial proximity of the two geosystems (lakes and forests). At the same time, the highest correlation was recorded for Lake Chany and the dry-steppe chronology Uglovskoe42\_LL.

As a result, the water level of both lakes were extended: for Lake Chany until 1823, for Lake Kulundinskoe until 1763. The most significant cycles for both rows were revealed. For the lake Kulundinskoe stand out 8-; 11-; 17-; 26.5; 40- and 80-year cycles, for Lake Chany: 25-; 29-; 35-; 44-; 88-year-olds, as well as a 180-year cycle. Allocation of the longest 180-year cycle, although confirmed by visual analysis of the series, but requires verification by extending the indicative basis (chronologies) of the past.

Одним из индикаторов изменения климатического режима территории является уровень воды бессточных озер, который зависит от степени увлажнения территории [1-4]. Для понимания динамики изменчивости уровня режима бессточных озер в данной местности необходимо проанализировать длинные ряды гидрологических данных. Основным источником информации – это натурные наблюдения на гидропостах. Однако их продолжительность, зачастую, не позволяет выявить длительные (вековые и более) циклические колебания. Для решения этой проблемы возможно использование дендрохронологических данных. Основанием для этого служит общность лимитирующего фактора: увлажнение территории. Увеличение осадков в засушливых условиях способствует радиальному приросту дерева, а также повышению уровня воды озера, рост летних температур наоборот приводит к уменьшению ширины годичного кольца и снижению уровня воды озера через увеличение интенсивности испарения воды с поверхности водоема. Таким образом, связи между этими характеристиками, безусловно, существуют и являются опосредованными через климат. Дендрогидрологические исследования проводились неоднократно для различных территорий [5-10], что говорит в пользу того, что метод прошел апробацию и может быть рекомендован для применения в условиях недостаточного увлажнения (в таких условиях климатический сигнал в геосистемах более выражен).

В данной работе проведен дендрогидрологический анализ динамики радиального прироста (ширины годичных колец) сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) ленточных боров, произрастающих в лесостепной и степной (засушливой и сухой) зонах на территории Алтайского края. Островной характер ленточных боров (произрастание за пределами сплошного ареала сосны обыкновенной) делает деревья чувствительными индикаторами для восстановления климатических условий вегетационного периода и климатически обусловленных процессов, например, динамики параметров гидрологических объектов.

На юге Западной Сибири сформировалась бессточная область с большим количеством озер. Из наиболее крупных можно выделить два озера: Кулундинское (Алтайский край) и Чаны (Новосибирская область), уровень воды в которых наряду с 30 древесно-кольцевыми хронологиями (ДКХ) ленточных боров [11] были положены в основу выполненного исследования. Хронологии были построены по общепринятой методике [12]. Для восстановления динамики гидрологических показателей были взяты продленные хронологии. Для их создания были использованы образцы живых деревьев ленточных боров и исторической древесины деревянных строений, собранные в селах Алтайского края.

Соленое озеро Кулундинское расположено практически в центре одноименной низменности на западе Алтайского края (в степной зоне). Общая акватория озера составляет около 728 км<sup>2</sup>. Средняя глубина – 3,2 м. Продолжительность ряда натурных наблюдений составила с 1934 по 1969 г (при отсутствии данных за 1959-1960 гг.) по гидропосту Белград. Озеро Чаны расположено на Барабинской равнине в лесостепной зоне. Водоем разделен на несколько самостоятельных лимносистем (плесов). Величина акватории в настоящее время составляет 1500 км<sup>2</sup>. Глубина колеблется от 1,4-1,9 м на юго-востоке водоема до 4,8-8,5 м (оз. Яркуль) [13]. Озеро классифицируется как солоноватое. Период наблюдения, используемый в анализе, составил с 1934 г. по 2008 г. (гидропост Квашино). Для обеспечения сравнения результатов по двум озерам для корреляционного анализа был взят отрезок 1934-1969 гг.

При поиске связей в функционировании разномасштабных геосистем стоит учитывать асинхронность реакции на внешние факторы. Для обеспечения максимального сходства реакций гидрологических и биологических объектов на изменение климата были использованы стандартизированные древесно-кольцевые серии ARSTAN (которые в отличие от выбеленных хронологий сохраняют долговременные циклы). Отмечено, что колебания уровня озер происходит более инертно относительно динамики прироста деревьев. Прослеживается связь ДКХ с гидрологическими рядами на протяжении двух последующих лет (запаздывание реакции уровня воды озера), при этом наблюдается нарастание средних коэффициентов корреляции (табл.) На третий год связи ослабевают. При этом максимальные связи в среднем наблюдаются с запаздыванием на 1-2 год по отношению к изменчивости ширины годичных колец деревьев (абсолютные максимумы – через 1 год). Для оз. Кулундинского получено больше значимых коэффициентов корреляции с ДКХ, чем для оз. Чаны (что отразилось в более высоком среднем коэффициенте корреляции всех ДКХ с уровнем). Это можно объяснить территориальной близостью двух геосистем (Кулундинского озера и ленточного бора). В обоих случаях пространственная закономерность в проявлении тесных связей с определенными ДКХ не прослеживается.

Наилучшие корреляционные значения для оз. Чаны получены с сухостепной хронологией Угловское42\_LL (со сдвигом гидрологического ряда на 1 год назад). Данная ДКХ, построенная по живым деревьям сосны в южной части Барнаульского ленточного бора (1997-1844 гг.), была продлена за счет привлечения исторической древесины, полученной с двух старых деревянных домов в с. Лаптев Лог Алтайского края (в относительной близости от модельной площадки в ленточном бору). Итоговая длина ДКХ составила 176 лет (была незначительно продлена до 1822 г.). Стандартное отклонение продленной обобщенной хронологии равно 0,31, что свидетельствует о ее климатической чувствительности.

Самые высокие коэффициенты корреляции для оз. Кулундинского получены с ДКХ Мамонтово (также со сдвигом гидрологического ряда на 1 год назад). Хронология построена по живым деревьям, произрастающих в средней части Касмалинского ленточного бора (1852-2002

гг.), и по исторической древесине (взяты образцы бревен дома, построенного в начале XX в. в с. Буканское – недалеко от места сбора образцов сосны), что позволило продлить хронологию до 1762 г.

Обобщенная характеристика дендрогидрологических связей хронологий ленточных боров с рядами уровня воды озер Кулундинское и Чаны с 1934 г. по 1969 г.

Средний коэффициент корреляции ряда уровня воды озера со всеми хронологиями (в скобках приведено максимальное значение коэффициента корреляции уровня воды озера и с ДКХ)		
Степень смещения гидрологич. ряда относительно ДКХ	Оз. Кулундинское	Оз. Чаны
год в год	<b>0,20</b> (0,56 с ДКХ Угловское42_LL)	<b>0,06</b> (0,68 с ДКХ Угловское42_LL)
назад на 1 год	<b>0,33</b> (0,67 с ДКХ Мамонтово_Buk)	<b>0,16</b> (0,80 с ДКХ Угловское42_LL)
назад на 2 года	<b>0,36</b> (0,66 с ДКХ Мамонтово_Buk)	<b>0,20</b> (0,79 с ДКХ Угловское42_LL)

Уравнение регрессии для уровня воды оз. Кулундинского и ДКХ Мамонтово\_Buk получено для периода 1934-1969 гг. и имеет вид:  $x = 110,72 \cdot y + 114,02$ , где  $x$  – среднегодовой уровень воды озера,  $y$  – индекс годичного прироста. Коэффициент детерминации равен 0,44. Реконструированный ряд имеет выраженную цикличность в динамике. Наиболее значимыми циклами, выделенными у продленного ряда, являются 8 и 11-летние. Также значимыми являются 17-; 26,5-; 40- и 80-летние циклы. 8- и 11-летние циклы просматриваются в динамике погодичной изменчивости уровня, 80-летний цикл выделяется при сглаживании 30-летней скользящей средней (рис. 1). В настоящее время наблюдается ниспадающая ветвь 80-летнего цикла, которая в середине 20-х – в начале 30-х гг. XXI в. сменится на восходящую.

Уравнение регрессии для уровня воды озера Чаны и ДКХ Угловское42\_LL было получено за тот же период (наличие данных наблюдения до 2008 г. позволит провести визуальную верификацию полученной модели) и имеет вид:  $x = 159,51 \cdot y + 141,69$  (обозначения такие же, как и предыдущей формуле). Коэффициент корреляции составляет 0,80, коэффициент детерминации – 0,64.



Рисунок 1. Реконструированный и фактический ряды среднегодового уровня воды оз. Кулундинского.

Восстановленный ряд также характеризуется наличием выраженной цикличности (рис. 2). Только в отличие от оз. Кулундинского в колебании уровня воды оз. Чаны преобладают 25-; 29-; 35-; 44-; 88-летние, а также 180-летний цикл (точнее цикл продолжительностью 176 лет). Более мелкие (например, 11-летний цикл) также выделяются, однако их значимость менее выражена. В 20-30-е гг. XX в. закончился очередной 180-летний, который начался вероятнее всего, в середине XIX века и ознаменовал завершение Малого ледникового периода. В настоящее время, можем предположить, что началась нисходящая ветвь 180-летнего цикла, которая продлится предположительно до конца века. Естественно на его фоне будут развиваться более мелкие циклы, что найдет отражение на погодичной изменчивости увлажнения на территории лесостепи Западной Сибири. Однако для более достоверных результатов требуется продление индикационной основы (ДКХ) в прошлое. В настоящее время ведутся работы в этом направлении.



Рис. 2. Реконструированный и фактический ряды среднегодового уровня воды оз. Чаны.

Реконструированный ряд на отрезке с 1934 г. по 2003 г. в целом повторяет натурные наблюдения, однако в 70-е гг. отмечается расхождение восстановленного и натурального рядов, из-за чего общая корреляция этих двух рядов за общий период 1934-2003 гг. составила 0,37, хотя между рядами существует значительное визуальное сходство.

В заключении можно сказать, что использование метода дендрохронологии является достаточно перспективным для засушливых и слабо увлажненных территорий, а формирование базы ДКХ для территории лесостепной и степной зон позволит реконструировать климатические и обусловленные климатом процессы. Важным является факт продления хронологий за счет исторической древесины, что позволит расширить временные рамки исследования.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, № проекта 18-05-00694.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агупов А.В. Озера – показатели изменения увлажнения территории речных бассейнов // Известия АН СССР. Сер. геогр. №1. 1958. С.48-60
2. Галахов В.П. Оценка увлажнения юга Западной Сибири (по колебаниям уровня озера Чаны) // Известия РГО. Т. 144. №1. 2012. С. 59-63
3. Нехайчик В.П. Влияние колебаний общей увлажненности Кулундинской степи на водный баланс Кулундинского озера // Известия ВГО. Т. 97. Вып. 1. 1965. С. 75-77
4. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности. – Л : Наука, 1968. – 264 с.
5. Вахнина И.Л., Голятина М.А., Носкова Е.В. Индикаторы климатических изменений в степной зоне Юго-Восточного Забайкалья // Шелковый путь. Транссиб. Маршруты сопряжения:

экономика, экология. Сборник материалов Международной научно-практической конференции и Симпозиума, посвященного 100-летию заповедного дела и Году экологии в России. Чита, 2018. С. 34-37.

6. Леви К.Г., Мирошниченко А.И., Козырева Е.А., Воронин В.И., Зуев Ф.Л. Динамика уровня режима озер // Современная геодинамика Центральной Азии и опасные природные процессы: результаты исследований на количественной основе: Материалы III Всероссийского совещания и II Всероссийской молодежной школы по современной геодинамике (г. Иркутск, 19-23 сентября 2016 г.). – Иркутск, 2016. С. 267-269.

7. Пакальнис Р.Ю. Применение методов дендроклиматологии при определении колебаний уровня воды озер в условиях Восточной Литвы // Дендроклиматохронология и радиоуглерод: материалы второго Всесоюзного совещания по дендрохронологии и дендроклиматологии. Каунас, 1972. С. 198-204.

8. George, S. St. Hydroclimatic Change in Southern Manitoba Since A.D. 1409 Inferred from Tree Rings // Quaternary Research. 2002, 58: 103–111. doi:10.1006/qres.2002.2343.

9. Meko, D.M. Tree ring inferences on water-level fluctuations of Lake Athabasca // Canadian Water Resources Journal. 2006, 31(4): 1–20.

10. Stockton, C. W. and Fritts, H. C. Long-term Reconstruction of Water Levels Changes for Lake Athabasca by Analysis of Tree Rings // JAWRA Journal of the American Water Resources Association. 1973, 9: 1006–1027.

11. Малышева (Рыгалова) Н.В., Быков Н.И. Дендрохронологические исследования ленточных боров юга Западной Сибири. Барнаул: Азбука, 2011. 125 с.

12. Шиятов С.Г. и др. Методы дендрохронологии. Ч. I. Красноярск: Изд-во КрасГУ, 2000. 80 с.

13. Васильев О.Ф., Казанцев В.А., Попов П.А., Кириллов В.В. Общая природная характеристика и экологические проблемы Чановской и Кулундинской озерных систем и их бассейнов // Сибирский экологический журнал. 2005. №2. С. 167-173.