

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА КарНЦ РАН
ИНСТИТУТ ОЗЕРОВЕДЕНИЯ РАН
АКАДЕМИЯ НАУК РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ЭКОЛОГИИ И НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ АН РТ
МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН
ВОЛЖСКО-КАМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ
ЗАПОВЕДНИК
ОТДЕЛЕНИЕ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ ОБЩЕСТВЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ
«ТАТАРСТАН - НОВЫЙ ВЕК» – «ТАТАРСТАН - ЯҢА ГАСЫР»
КАФЕДРА ЮНЕСКО «РАЗВИТИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ПРИНЦИПОВ ХАРТИИ
ЗЕМЛИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВОГО СООБЩЕСТВА»

ОЗЕРА ЕВРАЗИИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

**МАТЕРИАЛЫ
II МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
19 – 24 мая 2019 г.**

Часть 1

**КАЗАНЬ
2019**

УДК 556.55(4/5)(063)

ББК 26.222.6

О-46

Редакционная коллегия

Р.Р. Шагидуллин, Н.Н. Филатов, Ш.Р. Поздняков, Д.В. Иванов

Рецензент

Академик РАН В.А. Румянцев

Озера Евразии: проблемы и пути их решения. Материалы II Международной конференции (19–24 мая 2019 г.). – Казань: Издательство Академии наук РТ, 2019. – Ч. 1. – 355 с.
ISBN 978-5-9690-0526-6

В книге представлены результаты теоретических исследований, практического использования, охраны и управления ресурсами озер Евразии. Рассмотрены Великие озера Евразии: Байкал, Ладожское, Онежское, Телецкое, Чаны, Улянсухэй и разнообразные озера Арктики и субарктики, бореальной и аридной зон. Основной акцент при организации конференции и подготовке сборника был сделан на то, чтобы рассмотреть наиболее актуальные вопросы лимнологии и возможные пути решения теоретических и практических проблем озер на обширной территории Евразии с учетом необходимости развития тесного международного сотрудничества. Важной задачей конференции является консолидация ученых разных стран Евразии, БРИКСа для получения новых научных знаний, объединение усилий для решения практических проблем трансграничных озерно-речных систем, обоснования возможного перераспределения водных ресурсов, обоснование рационального использования и охраны озер Евразии.

This volume of collected papers was compiled of the proceedings of the II International Conference «Lakes of Eurasia: Problems and Solutions», Kazan, 19-24.05.2019. The volume presents the results of theoretical studies, practical use, conservation and resource management of various lakes of Eurasia. Great Eurasian lakes (Baikal, Ladoga, Onego, Teletskoye, Chany, Wuliangsu Hai) and diverse lakes of the arctic and subarctic regions, the boreal and arid zones are considered. The key idea in organizing the conference and preparing these proceedings was to address the most pressing issues of limnology and offer potential solutions for theoretical and practical problems of lakes in the vast territory of Eurasia, keeping in mind the need for close international cooperation. An important mission for the 1st conference is to consolidate the efforts of scientists from different Eurasian and BRICS countries in obtaining new knowledge and handling the real problems of transboundary lake-river systems, substantiating possible redistributions of water resources, sustainable management and conservation of Eurasian lakes.

Издание материалов осуществлено при финансовой поддержке Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан.

ISBN 978-5-9690-0526-6

© Авторы докладов, 2019

© Институт проблем экологии и недропользования АН РТ, 2019

© Министерство экологии и природных ресурсов РТ, 2019

Целью создания зоны отдыха на озере «Кезеной-Ам» являлся не только коммерческий интерес, но и открытие удивительного, нетронутого уголка природы для доступного отдыха широким слоям населения. В связи с этим разработаны инвестиционные проекты строительства баз отдыха, срок реализации, которых намечен на – 2019-2025 годы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-45-200002.

LAKE OF THE CHECHEN REPUBLIC AS TOURIST-RECREATIONAL POTENTIAL

I.A. Bajrakov

The Chechen Republic is very rich recreational resources-Lakes, which, if they are rational and effective use in the not too distant future could become the basis for socio-economic development. Located on the same latitude as Sochi territory mountainous part of the Republic receives the same amount of heat, and clear and sunny days here much more, which is associated with a unique natural and climatic conditions. Lacustrine system of the Chechen Republic contribute to the organization at the highest world level recreational industry: tourism, medical treatment and sports.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННАЯ ДИНАМИКА АКВАЛЬНЫХ ГЕОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ РАВНИННОЙ ЧАСТИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

¹Р.Ю. Бирюков, ^{1,2}Д.В. Черных, ^{1,2}Д.К. Першин

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН

²Алтайский государственный университет

Разработана и систематизирована база ретроспективных данных дистанционного зондирования по модельным озерно-бассейновым системам Приобского плато. Адаптирован алгоритм использования этих данных для анализа пространственно-временной динамики морфометрических характеристик водоемов. Проведен анализ динамики аквальных геосистем для территории модельных бассейнов на Приобском плато (бассейны рек Касмала и Барнаулка) и выявлены основные векторы изменений.

В последние годы ландшафты во многих регионах претерпели значительные структурные изменения под влиянием природных и антропогенных факторов. Исторически сложилось так, что основными драйверами среди этих факторов являются изменения климата и структуры землепользования [Hirabayashi et al., 2014; Wanders, Wada, 2014].

В пределах равнинной части Алтайского края (степная и лесостепная зоны) вода является дефицитным ресурсом, а недостаток воды – основным лимитирующим фактором. С другой стороны, с долинами крупных транзитных рек, берущих начало в горных территориях (Обь, Чарыш, Чумыш), связаны масштабные наводнения. По этим причинам, основой эффективного и рационального использования водных ресурсов является оптимизация внутренней структуры озерных и речных бассейновых систем. В условиях Алтайского края аквальные геосистемы являются чувствительными индикаторами как глобальных климатических изменений, так и смены режимов природопользования на водосборах. Анализ динамики аквальных геосистем, расположенных в различных

ландшафтных обстановках, позволит выявить особенности регионального отклика на глобальные климатические изменения. Динамика озер и болот рассматривается в качестве возможного индикатора климатических изменений, особенно в условиях неустойчивого увлажнения и для систем с небольшой площадью бассейновой подсистемы.

В настоящее время при мониторинге динамики озер и сопряженных с ними водно-болотных угодий, широко используются данные дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [Елсаков, Марущак, 2011; Кравцова, Тарасенко, 2011; Брыксина, Кирпотин, 2015; Полищук и др, 2015; Dvoret et al., 2016; Halabisky et al. 2016; Li et al., 2016; Jin et al. 2017; Sui et al., 2018; Zhang et al., 2019 и др.]. Это позволяет, как изучать территории недоступные для наземных методов исследования, так и сокращать временные и кадровые ресурсы при обширных площадях исследования. Преимуществами дистанционных методов также являются оперативность получения актуальных количественных данных о пространственном соотношении и взаимном расположении объектов.

В качестве модельных объектов использовались озерно-бассейновые системы рек Касмала и Барнаулка, наследующих ложбины древнего стока, расположенные в левобережье р. Обь на Приобском плато (рис.1).

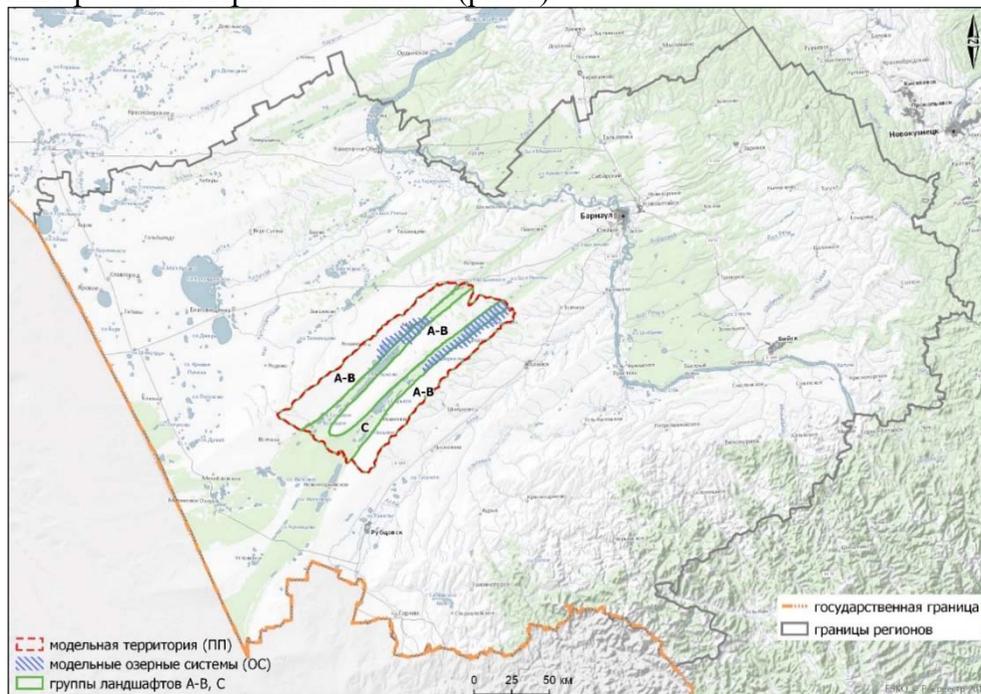


Рис.1. Территория исследования

Под модельной территорией исследования на Приобском плато (далее ПП), понимается вся область, для которой производился анализ данных дистанционного зондирования. В рамках этой территории более углубленный анализ осуществлялся на ключевых озерных системах (далее ОС), в пределах которых представлены все основные типы водных объектов, характерных для Приобского плато. Кроме этого, водоемы дифференцировались по принадлежности к определенным группам ландшафтов [Черных, Золотов, 2011]: АВ – зональные водораздельно-лессовые (А) и интразональные галогидроморфные (В), С – экстразональные псаммоморфные.

В рамках настоящей работы нами использованы разновременные данные Landsat (сканеры TM, ETM+, OLI.), достоинствами которых являются широкий временной охват, хорошие спектральные и пространственные характеристики, а также свободный доступ.

Для последних двух лет анализа нами привлечены снимки Sentinel-2, что позволило не нарушать ряд анализируемых временных срезов, для которых данные Landsat были некондиционны. Получение данных осуществляется через Web-портал EarthExplorer (USGS). При подборе данных ДЗЗ выбирались безоблачные, либо малооблачные сцены, покрывающие территорию исследования за весь период доступных данных. В результате подготовлена база данных, включающая кондиционные данные за весь период космической съемки начиная с 1989 г.

База данных космических снимков (БД) содержит 103 сцены (path/row), из которых 30 собраны в мозаики. Окончательному анализу подверглись 59 сцен, т.к. в архиве присутствуют кондиционные данные, подходящие для анализа, но близкой даты съемки. Все основные операции анализа проводились в программах ArcGIS Pro и QGIS Desktop 3.4.1.

Существует ряд способов автоматизированного распознавания водных поверхностей. В настоящем исследовании нами были опробованы: применение вегетационного индекса NDVI, водного индекса MNDWI, автоматическая кластеризация ISODATA. В нашем случае наибольшая точность при относительно высокой скорости получения результата была получена путем расчета водного индекса MNDWI [Xu, 2006]. Данный метод основывается на том, что вода значительно поглощает большую часть излучения в среднем инфракрасном диапазоне, что дает возможность эффективного выявления открытых водных пространств [Xu, 2006; Курганович, Носкова, 2015; Gautam et al., 2015; Singh et al., 2015; Погорелов и др. 2017].

На точность дешифрирования озер автоматическими методами влияет правильное выделение береговой линии, которая в идеальном случае должна выглядеть как линия между сушей и чистой глубокой водой. Для нашей территории характерны озера с обширными мелководьями, зачастую с тростниковыми займищами, наличием сорных солончаков на сезонно-обсыхающих периферических частях озер, прибрежная гигрофитная растительность. Ввиду этого оказалась необходима экспертная оценка, и, в нередких случаях, правка результатов автоматического выделения водных пространств для каждого временного среза

Полученные в результате обработки космических снимков данные, а также ряд показателей описательной статистики представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. Динамика площадей водоемов на всей территории исследования

Год	Дата съемки	Площадь водоемов, км ²		
		Группа ландшафтов А-В	Группа ландшафтов С	Суммарно
1989	28.08	67,11	346,81	413,92
1991	20.05	77,26	354,87	432,13
1999	24.08	62,39	339,53	401,92
2001	25.05	82,52	352,30	434,82
2002	15.07	78,94	355,52	434,47
2003	15.05	86,86	361,71	448,57
2007	18.05	86,47	363,32	449,79
2009	08.06	75,94	357,90	433,84
2010	11.06	85,27	362,69	447,95
2011	30.06	75,00	358,93	433,93
2013	03.06	77,17	354,10	431,27
2014	08.07	63,54	355,15	418,69
2015	08.05	98,25	370,36	468,61
2016	30.08	80,19	362,40	442,60
2017	14.06	94,17	391,10	485,27
Среднее		79,41	359,11	438,52
Ст. отклонение		10,2	11,5	20,6
Коэфф. вариации		0,13	0,03	0,05

Таблица 2. Динамика площадей водоемов по модельным озерным системам (ОС)

Год	Дата съёмки	Площадь водоемов, км ²		
		Группа ландшафтов А-В	Группа ландшафтов С	Суммарно
1989	28.08	42,71	102,61	145,32
1990	20.05	57,52	104,29	161,81
1991	25.07	49,55	103,95	153,49
1992	17.05	47,78	100,21	147,99
1994	26.07	46,81	101,04	147,85
1996	28.05	50,28	101,35	151,63
1999	24.08	39,93	97,64	137,57
2000	16.06	48,07	100,26	148,33
2001	25.05	52,17	102,70	154,87
2002	15.07	50,59	101,53	152,12
2003	15.05	55,47	102,48	157,95
2006	28.08	45,22	99,04	144,26
2007	18.05	53,93	101,96	155,89
2008	04.10	48,11	98,59	146,70
2009	08.06	49,69	100,36	150,05
2010	11.06	53,96	102,05	156,01
2011	30.06	48,56	101,46	150,02
2013	03.06	51,16	100,36	151,52
2014	08.07	39,60	100,62	140,23
2015	08.05	58,25	104,05	162,30
2016	30.08	53,42	100,67	154,09
2017	14.06	61,25	102,42	163,66
2018	02.06	73,39	108,61	182,00
Среднее		51,19	101,66	152,86
Ст. отклонение		7,25	2,26	9,14
Коэфф. вариации		0,14	0,02	0,06

Наиболее очевидной закономерностью является существенная разница в диапазонах варьирования площади водных объектов (озер и прудов) на днище боровой ложбины древнего стока (далее – ЛДС; С) и на остальной поверхности Приобского плато (увалы и террасы ложбины древнего стока; А-В). Эта особенность проявляется как для ОС (табл. 2), так и для всей территории исследования (табл. 1).

Коэффициент вариации для водоемов в пределах днищ ЛДС составил 0,03 для всей территории исследования и 0,02 для группы модельных озерных систем. Для остальной поверхности плато значения коэффициента составляют 0,13 и 0,12, соответственно. Учитывая, что площадь озер в пределах днища ЛДС значительно больше, то можно сделать вывод, что именно боровые озера создают общий фон изменчивости (коэффициент вариации для всей территории исследования – 0,05).

Можно предположить, что основной причиной такой ситуации является разница в характере ландшафтов, вмещающих озера. Во-первых, большинство озерных котловин на днищах ЛДС наследуют их переуглубленные участки, выработанные древними водными потоками, и, как правило, имеют хорошо выраженные борта. В таких условиях колебания уровней озер минимально отражаются на колебаниях площадей их водной поверхности. С другой стороны, на остальной территории большая часть озер сосредоточена на поверхности террас ЛДС, где они занимают слабо выраженные в рельефе котловины и являются мелководными. Во-вторых, песчаные грунты, которыми сложено днище ЛДС, способствуют интенсивному водообмену озер с грунтовыми водами. И, наконец, в-третьих, сосновые леса на днище ЛДС в сочетании с обширными заболоченными понижениями, вероятно, оказывают определенное регулирующее

влияние на водный баланс боровых озер, более равномерно перераспределяя его приходную часть внутри сезонов года и в многолетнем режиме.

В 2014 г. были отмечены самые низкие значения площади, занятой водоемами в пределах увалов и террас ЛДС. Последняя снизилась более чем на 10 км² по сравнению с предыдущим годом. Начиная с 2016 отмечается последовательное увеличение площади водных объектов, а для 2018 г. характерен наибольший за период исследования рост их общей площади (рис. 2, табл. 2).

Выявлено, что водоемы в пределах увалов и террас ЛДС характеризуются значительно большими амплитудами варьирования площадей, чем озера в пределах днища ложбин древнего стока. Площадь водных объектов значительно увеличивается, начиная с 2016 г, показывая максимум в 2018 г. Для полноты понимания картины основных причин динамики необходимо расширение временного периода наблюдений, привлечения ряда метеопараметров и рассмотрение внутригодовой динамики наиболее представительных водных объектов.

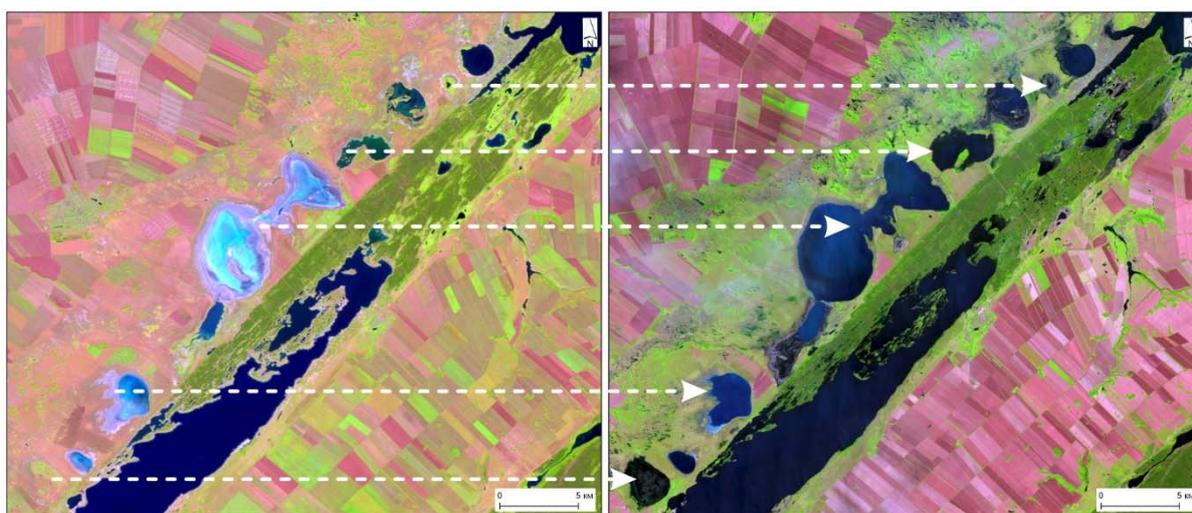


Рис. 2. Различия в площадях водоемов в 2001 г. (слева) и 2018 г. (справа)

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, проект № 18-45-220001 p_a

Литература

Брыксина Н.А., Полищук В.Ю., Полищук Ю.М. Дистанционный анализ изменения числа и распределения по размерам малых термокарстовых озер криолитозоны Западной Сибири // Исследование земли из космоса. 2015. № 3(40). С. 34–42.

Елсаков В.В., Марущак И.О. Межгодовые изменения термокарстовых озер Северо-востока Европейской России // Исследование земли из космоса. 2011. № 5. С. 45–57.

Кравцова В.И., Тарасенко Т.В. Динамика термокарстовых озер Центральной Якутии при изменениях климата с 1950 года // Криосфера Земли. 2011. Т. XV, № 3. С. 31–42.

Курганович К.А., Носкова Е.В. Использование водных индексов для оценки измерения площадей водного зеркала степных содовых озер юго-востока Забайкалья, по данным дистанционного зондирования // Вестн. ЗабГУ. 2015. №6 (121). С. 16–23.

Погорелов А.В., Липилин Д.А., Курносова А.С. Спутниковый мониторинг Краснодарского водохранилища // Географический вестник. 2017. № 1(40). С. 130–137.

Черных Д.В., Золотов Д.В. Пространственная организация ландшафтов бассейна реки Барнаулки. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2011. – 205 с.

Dvoret D., Davis C., Papeş M. Mapping and Hydrologic Attribution of Temporary Wetlands Using Recurrent Landsat Imagery // Wetlands. 2016. V. 36. Iss. 3. P. 431–443.

Gautam V.K., Gaurav P.K., Murugan P., Annadurai M. Assessment of Surface Water Dynamics in Bangalore Using WRI, NDWI, MNDWI, Supervised Classification and K-T Transformation // *Aquatic Procedia*. 2015. V. 4. P. 739–746.

Halabisky M., Moskal M., Gillespie A., Hannam M. Reconstructing semi-arid wetland surface water dynamics through spectral mixture analysis of a time series of Landsat satellite images (1984–2011) // *Remote Sensing of Environment*. 2016. V. 177. P. 171–183.

Hirabayashi Y., Mahendran R., Koirala S., Konoshima L., Yamazaki D., Watanabe S., Kim H., Kanae S. Global flood risk under climate change // *Nature*. 2014. V. 3. P. 816–821.

Jin H., Huang C., Lang M., Yeo I., Stehman S. Monitoring of wetland inundation dynamics in the Delmarva Peninsula using Landsat time-series imagery from 1985 to 2011 // *Remote Sensing of Environment*. 2017. V. 190. P. 26–41.

Li X., Xue Z., Gao J. Dynamic Changes of Plateau Wetlands in Madou County, the Yellow River Source Zone of China: 1990–2013 // *Wetlands*. 2016. V. 36. Iss. 2. P. 299–310.

Singh K.V., Setia R., Sahoo S., Prasad A., Pateriya B. Evaluation of NDWI and MNDWI for assessment of waterlogging by integrating digital elevation model and groundwater level // *Geocarto International*. 2015. V. 30. Iss. 6. P. 650–661.

Sui Y., Fu D., Wang X., Su F. Surface Water Dynamics in the North America Arctic Based on 2000–2016 Landsat Data // *Water*. 2018. V. 10. Iss. 3.

Tiner R.W. Geographically isolated wetlands of the United States // *Wetlands*. 2003. V. 23. Iss. 3. P. 494–516.

Wanders N., Wada Y. Human and climate impacts on the 21st century hydrological drought // *J. Hydrol.* 2015. V. 526. P. 208–220.

Xu H. Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery // *International Journal of Remote Sensing*. 2006. V. 27. – Iss. 14. P. 3025–3033.

Zhang G., Yao T., Chen W., Zheng G., Shum C., Yang K., Piao Sh., Sheng Y., Yi Sh., Li J., O'Reilly C., Qi Sh., Shen S., Zhang H., Jia Y. Regional differences of lake evolution across China during 1960s–2015 and its natural and anthropogenic causes // *Remote Sensing of Environment*. 2019. V. 221. P. 386–404.

SPATIO-TEMPORAL DYNAMICS OF WETLAND LANDSCAPES IN THE PLAIN AREA OF ALTAI KRAI

R.Yu. Biryukov, D.V. Chernykh, D.K. Pershin

For several lake basins on the Ob plateau, we developed and systematized a remote sensing database. Besides, we adapted a satellite data analysis algorithm to explore the spatio-temporal dynamics of the morphometric characteristics of wetlands. This approach allowed us to analyze the dynamics of wetlands in the model basins of the Ob plateau (Kasmala and Barnaulka rivers) and to identify the main spatial and temporal trends.

ПОСЛЕДСТВИЯ АНТРОПОГЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В ТРАНСГРАНИЧНОМ БАССЕЙНЕ ОЗЕРА ХАНКА

Н.Н. Бортин, А.М. Горчаков, Ю.В. Кролевецкая

Дальневосточный филиал РосНИИВХ

Озеро Ханка - самое крупное пресноводное озеро на Дальнем Востоке, расположено в Приморском крае в центре Приханкайской низменности на границе с КНР