

DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2022.120.6.027>

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ РАИФСКОГО УЧАСТКА ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Научная статья

Шигапов И.С.^{1,*}, Набеева Э.Г.², Мингазова Н.М.³, Акмалова З.Б.⁴

¹ ORCID: 0000-0003-0429-4440;

² ORCID: 0000-0002-3246-9431;

³ ORCID: 0000-0002-8360-7005;

^{1, 2, 3, 4} Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

* Корреспондирующий автор (shigapov.irshat[at]yandex.ru)

Аннотация

Проведен геоэкологический анализ территории Раифской части Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. Поверхностные воды Раифского участка представляют собой единую гидрологическую систему, в которую входят реки Сумка, Сопы и Сер-Булак, а также расположенные в долинах этих рек карстово-суффозионные озера. В ходе исследований определялись характеристики водных объектов, проводился анализ структуры водосборного бассейна, с целью определения влияния рек на экологическое состояние всей системы в целом. В результате исследований выявлено, что наибольшее антропогенное влияние на систему оказывается через реку Сопы, которая подвержена наиболее сильному антропогенному воздействию.

Ключевые слова: геоэкология, водосборный бассейн, река, озеро.

GEOENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF THE STATE OF HYDROLOGICAL SYSTEM OF THE RIFSKY SECTION OF THE VOLGA-KAMA NATURE RESERVE

Research article

Shigapov I.S.^{1,*}, Nabeeva E.G.², Mingazova N.M.³, Akmalova Z.B.⁴

¹ ORCID: 0000-0003-0429-4440;

² ORCID: 0000-0002-3246-9431;

³ ORCID: 0000-0002-8360-7005;

^{1, 2, 3, 4} Kazan Federal University, Kazan, Russia

* Corresponding author (shigapov.irshat[at]yandex.ru)

Abstract

Geo-environmental analysis of the territory of the Raifsky section of the Volga-Kama state biosphere reserve was conducted. The surface waters of the Raifsky section are a united hydrological system consisting of the Sumka, Sopa and Ser-Bulak rivers, as well as the karst-suffosion lakes in the valleys of these rivers. The study established the characteristics of water bodies, analyzed the reservoir basin structure in order to determine the impact of rivers on the ecological state of the whole system. The results have shown that the greatest anthropogenic impact on the system happens through the Sopa River, which is heavily affected by anthropogenic impact.

Keywords: environmental geology, reservoir basin, river, lake.

Введение

Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник (ВКГПБЗ), включённый во Всемирную сеть биосферных резерватов, по праву можно назвать жемчужиной природных богатств Республики Татарстан. Заповедник образован 13 апреля 1960 года и в 2005 году данная особо охраняемая природная территория решением ЮНЕСКО приобрела статус биосферного резервата [1]. В организационном плане заповедник состоит из двух участков: Раифского – в Зеленодольском и Саралинского – в Лаишевском районах.

Уникальность Раифского участка заключается не только в уникальности природных зон естественных биотопов, но и в особенностях гидрологической сети. Поверхностные воды Раифского участка представляют собой единую гидрологическую систему, в которую входят реки: Сумка, Сопы и Сер-Булак, а также расположенные в долинах этих рек карстово-суффозионные озера. Данная территория многие годы является объектом для разнообразных исследований, связанных с изучением геологических [2, С. 215], геоморфологических [3, С.116], биохимических [4, С. 9], биологических [5, С.104], [6, С. 214], лимнологических [7, С. 195] особенностей. Однако сложность данной водной системы оставляет еще много нераскрытых вопросов, что обуславливает необходимость проведения новых исследований с применением современных средств визуализации данных [8, С. 45], [9, С.176] [10, С. 83].

Методы и принципы исследования

Для создания гидрологической модели проводилось картографирование водных объектов Раифского участка ВКГПБЗ с помощью программ SAS.Planet; QGIS. В ГИС-системе QGIS была построена схема гидрологической системы территории (рис.1) и определены морфометрические характеристики рек (длина реки, площадь водосбора).

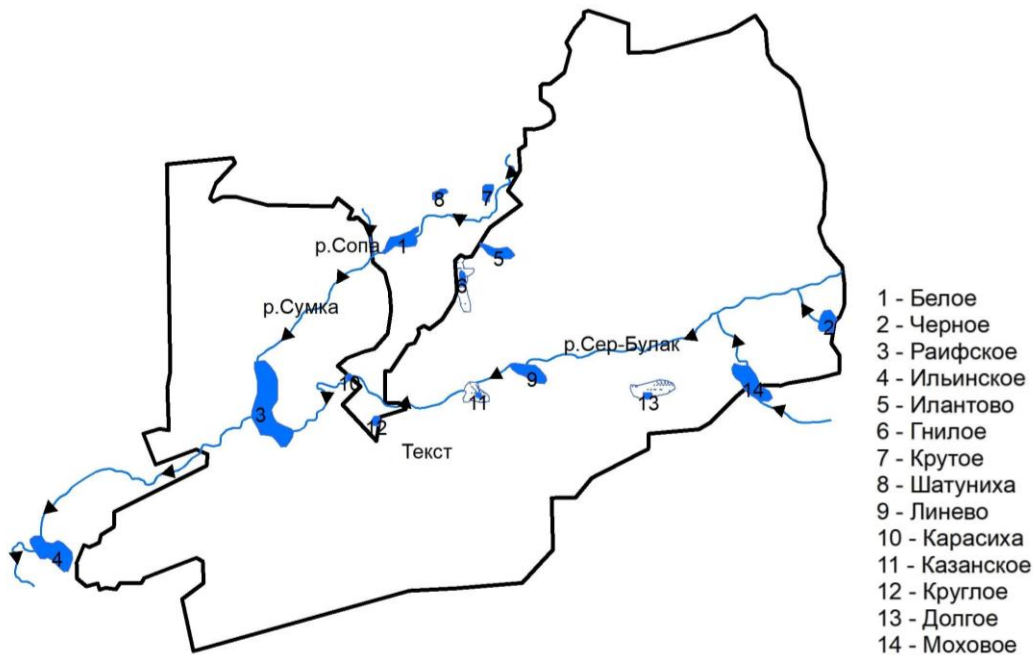


Рис. 1 – Схема гидрологической системы Раифского участка ВКГПБЗ

Также были оцифрованы территории лесных и сельскохозяйственных угодий, болот, озер, расположенных на водосборном бассейне, далее были рассчитаны соответствующие коэффициенты залесенности, распаханности, заболоченности и озерности территории. Для озер были уточнены морфометрические параметры, такие как площадь водного зеркала, длина береговой линии, длина озера, средняя ширина озера, определяемая как отношение площади озера к ее длине.

Основной целью исследования является оценка геоэкологического состояния гидрологической системы Раифского участка ВКГПБЗ через степень антропогенного воздействия на водосборные бассейны рек входящих в данную систему. Так как на территории заповедника действует охранный статус водных объектов, то основное антропогенное воздействие на них будет оказываться через те участки водосборной площади рек, которые не находятся на территории заповедника. Следовательно, сравнив степень антропогенной нагрузки на данные участки можно выявить звено гидрологической системы подверженное наибольшему антропогенному воздействию. Кроме того, морфометрические параметры озер сильно влияют на их способность к самоочищению и самовосстановлению, поэтому их также можно использовать в качестве косвенного критерия устойчивости озерной экосистемы.

Основные результаты исследования и их Обсуждение

Результаты анализа структуры бассейнов рек входящих в гидрологическую систему Раифского участка ВКГПБЗ показаны на рисунке 2.

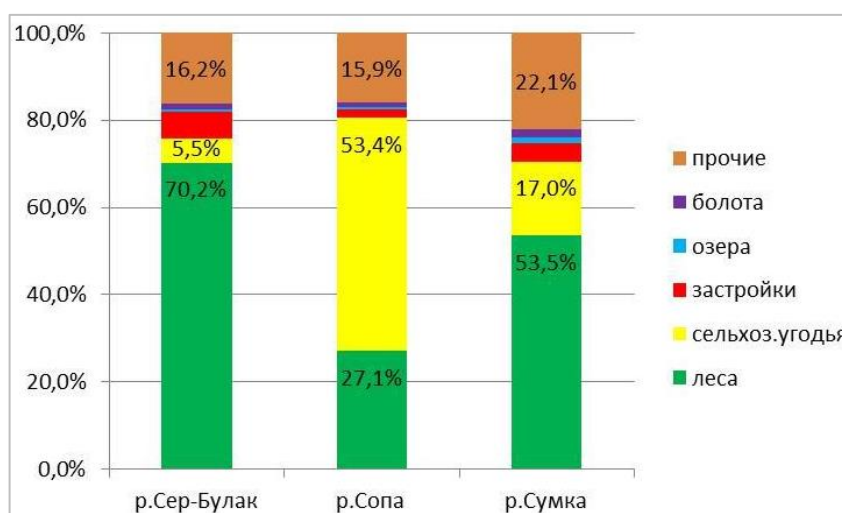


Рис. 2 – Структура водосборного бассейна рек Раифского участка ВКГПБЗ

Река Сопка является пересыхающей рекой в Зеленодольском районе Татарстана, это правый приток р. Сумки. Исток р. Сопка находится в 1 км к северу от дер. Соловьёвка. В нижней части река течёт по краю лесного массива и по территории ВКГПБЗ (Раифский участок), впадает в р. Сумка около села Бело-Безводное. Русло извилистое, равнинное, имеются пруды у населённых пунктов в верховьях реки. Постоянное течение сохраняется в верхней трети реки, где имеется устойчивое подземное питание.

Длина р. Сопка по нашим данным составила 10,4 км. Начало реки находится на высоте 136 м над уровнем моря, уклон реки составил 5,7%, коэффициент извилистости – 1,5; имеется один приток длиной 1,3 км.

Как видно из приведенного на рисунке 2 графика водосборный бассейн р. Сопа, общей площадью 26,4 км², подвержен прежде всего сельскохозяйственному воздействию, т.к. более половины территории составляют распаханые территории (53,4%), на долю леса остается, 7,1 км², что составляет 27,1%. Оставшуюся долю составляют: застройка – 1,9%; болота – 1,1% озера – 0,5%. К прочим территориям, занимающим 15,9% бассейна, нами были отнесены площади занятые залуженными участками, дорогами, оврагами и др.

Река Сумка. Берёт начало в лесном массиве в 1,5 км к западу от дер. Гремячий Ключ. Направление течения – юго-западное. В верховьях и среднем течении протекает по лесному массиву среди леса. Впадает в устьевой залив Куйбышевского водохранилища у западной окраины пос. Васильево. Протекает в среднем и нижнем течении через проточные озёра Бело-Безводное (памятник природы регионального значения), Раифское (на территории заповедника) и Ильинское [3, с.116]. В низовьях русло извилистое, образует старицы, в устье разделяется на протоки.

Длина р. Сумка по нашим данным 37,8 км, из которых 3,4 км протекает по территории заповедника, уклон реки составил 3,4‰, коэффициент извилистости – 1,4. В ходе изучения гидрографической сети р. Сумка нами выделено 15 притоков, из них первого порядка – 9 притоков, второго порядка – 6 притоков. На территории Раифского участка ВКГПБЗ в р. Сумка впадают реки Сопа и Сер-Булак.

В ходе исследования водосборного бассейна р. Сумка, общей площадью 324,4 км², выявлено, что большую часть всей площади занимает лес (53,5%). На долю застроек и сельскохозяйственных угодий приходится соответственно 4,3 % и 17%. Соответственно не менее 21% территории подвергается антропогенному воздействию. Озера и болота занимают гораздо меньшую долю 1,2% и 1,9% соответственно.

Река Сер-Булак. Длина р. Сер-булак составила 11,4 км, из которых 9,5 км протекает по территории заповедника. Исток реки находится на высоте 95 м БС, уклон составил 2,8‰.

Коэффициент извилистости р. Сер-Булак, как и у р. Сумка, небольшой – равен 1,2, что на 0,2 меньше, чем у р. Сумка, площадь водосбора составляет 67 км².

По приведенным на рис.2 данным видно, что большую часть водосборного бассейна р. Сер-Булак занимают леса (70,2%), что должно весьма благоприятно сказываться на устойчивом питании реки, антропогенное воздействие выявлено на 11,7% территории (застройки – 4,1 км², сельскохозяйственные угодья – 3,7 км²), при этом озера и болота занимают 0,6% и 1,3% соответственно.

Озёра. В заповедной и охранной зоне Раифского участка Волжско-Камского заповедника располагается 13 озёр. Нами были уточнены и морфометрические параметры, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Морфометрические характеристики озер Раифского участка ВКГПБЗ

Название озера	Площадь водного зеркала, км ²	Длина береговой линии, км	Длина водоема, км	Средняя ширина водоема, км
Белое	0,061	1,637	0,611	0,099
Черное	0,010	0,442	0,135	0,074
Раифское	0,346	3,336	1,162	0,297
Ильинское	0,186	2,244	0,791	0,235
Илантово	0,089	1,822	0,727	0,122
Гнилое	0,011	0,525	0,214	0,051
Крутое	0,018	0,791	0,253	0,071
Шатуниха	0,020	0,612	0,238	0,084
Линево	0,077	1,390	0,610	0,126
Карасиха	0,004	0,218	0,077	0,052
Казанское	0,001	0,152	0,065	0,015
Круглое	0,007	0,318	0,114	0,061
Долгое	0,001	0,165	0,057	0,017
Моховое	0,01	0,82	0,281	0,025

Из представленных озёр самую большую площадь водного зеркала имеет оз. Раифское, которое располагается на территории Раифского участка. В данное озеро впадают р. Сумка и р. Сер-Булак, а вытекает р. Сумка.

По результатам проведенной работы составлена общая схема гидрологической системы Раифского участка ВКГПБЗ и проведена геоэкологическая оценка влияющих на него факторов: р. Сумка протекает по территории охранной и заповедной зоны с северо-востока на юго-запад, проходя через три проточных озера – Белое, Раифское и Ильинское. Протекая через северную границу заповедной зоны, в р. Сумку впадает р. Сопа, которая в верхнем своём течении подвержена сильному сельскохозяйственному воздействию, что может отрицательно сказываться на экологическом состоянии водоемов и, при усилении давления, привести к их деградации. Река Сер-Булак протекает с востока на запад по территории Раифского участка. До впадения в оз. Карасиха р.Сер-Булак протекает по территории населенного пункта, что крайне негативно сказывается на состоянии реки и озера из-за загрязнений, которые попадают с поверхностным стоком, что вызывает эвтрофирование водоема.

Заключение

Элементами гидрологической системы Раифского участка Волжско-Камского заповедника являются 12 озер, наиболее крупное из которых – озеро Раифское. При этом некоторые озера являются проточными и соединяются

между собой системой реки Сумка, включающей в себя притоки р.Сопа и р.Сер-Булак. При этом большую часть водосбора рек Сумка и Сер-Булак занимают лесные угодья, что можно отнести к благоприятным факторам. Поводом для беспокойства за экологического благополучие гидрологической системы Раифского участка ВКГПБЗ служит состояние р.Сопа, подвергающая интенсивной антропогенной нагрузке за пределами заповедника.

Конфликт интересов

Не указан.

Conflict of Interest

None declared.

Список литературы / References

1. Об утверждении Положения об охранной зоне Волжско-Камского государственного природного заповедника: постановление КМ РТ от 19.04.2002 № 217 (с изм. от 21.01.2009) // редакция Постановлений КМ РТ. – 2012. – № 949.
2. Геология Татарстана: Стратиграфия и тектоника. – Москва : GEOS, 2003. – 410 с.
3. Дедков А.П. Плиоценовые долины и четвертичные террасы Раифы / А.П. Дедков, А.С. Тайсин // Труды Волжско-Камского Государственного Природного Заповедника: выпуск 6. – Казань, 2005. – С. 115–127.
4. Унковская Е.Н. Гидрохимический режим водоёмов и водотоков Раифского участка Волжско-Камского заповедника и его охранной зоны / Е.Н. Унковская, О.Ю. Тарасов // Труды Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. – Казань. – 2016. – № 7. – С. 9–40.
5. Тайсин А.С. Озера Приказанского района, их современные природные и антропогенные изменения / А.С. Тайсин. – Казань : Изд-во ТГГПУ, 2006. – 167 с.
6. Рогова Т.В. Классификация растительного покрова ВКГПЗ на ландшафтно-экологической основе / Т.В. Рогова, Л.А. Мангутова, О.Е. Любина и др. // Труды Волжско-Камского государственного природного заповедника. – Казань. – 2005. – № 6. – С.213–240.
7. Унковская Е.Н. Результаты мониторинга озер волжско-камского заповедника / Е. Н. Унковская, М.А. Унковская, О.В. Палагушкина и др. // Озера Евразии: проблемы и пути их решения. – Казань, 2019. – С. 194–199.
8. Мальцев К.А. Использование цифровых моделей рельефа для автоматизированного построения границ водосборов / К.А. Мальцев, О.П. Ермолаев // Геоморфология. – 2014. – №1. – С.45–53.
9. Калинин В.Г., Пьянков С.В. Применение геоинформационных технологий в гидрологических исследованиях. – Пермь : Алекс-Пресс, 2010. – 217 с.
10. Шихов А.Н. Геоинформационные системы: применение ГИС-технологий при решении гидрологических задач: учебное пособие / А.Н. Шихов, Е.С. Черепанова, А.И. Пономарчук. – Москва : Пермский государственный национальный исследовательский университет, 2014. – 91 с.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Ob utverzhenii Polozheniya ob ohrannoj zone Volzhsko-Kamskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika: postanovlenie KM RT от 19.04.2002 № 217 (s izm. от 21.01.2009) [On approval of the Regulations on the protection zone of the Volga-Kama State Nature Reserve: Resolution of the KM of the RT dated 04/19/2002 No. 217 (with amendments. dated 21.01.2009)] // editorial Board of the Resolutions of the KM RT. – 2012. – № 949.
2. Geologiya Tatarstana: Stratigrafiya i tektonika. [Geology of Tatarstan: Stratigraphy and tectonics] // Moscow : GEOS, 2003. – 410 p. [in Russian]
3. Dedkov A.P. Pliocenovyye doliny i chetvertichnyye terrasy Raify [Pliocene valleys and quaternary terraces of Raifa] / A.P. Dedkov, A.S. Tajsin // Trudy Volzhsko-Kamskogo Gosudarstvennogo Prirodnogo Zapovednika [Works of Volga-Kama State Nature Reserve]: issue 6. – Kazan', 2005. – P. 115–127. [in Russian]
4. Unkovskaya E.N. Gidrohimičeskij rezhim vodoyomov i vodotokov Raifskogo uchastka Volzhsko-Kamskogo zapovednika i ego ohrannoj zony [Hydrochemical regime of reservoirs and watercourses of the Raifa section of the Volga-Kama Reserve and its protected zone] / E.N. Unkovskaya, O.Y. Tarasov // Trudy Volzhsko-Kamskogo gosudarstvennogo prirodnogo biosfernogo zapovednika [Works of Volga-Kama State Nature Biosphere Reserve]. – Kazan'. – 2016. – № 7. – P. 9–40. [in Russian]
5. Tajsin A.S. Ozera Prikazanskogo rajona, ih sovremennyye prirodnyye i antropogennyye izmeneniya [Lakes of the Prikazansky district, their modern natural and anthropogenic changes] / A.S. Tajsin // Kazan' : TGGPU, 2006. – 167 p. [in Russian]
6. Rogova T.V. Klassifikaciya rastitel'nogo pokrova VKGPZ na landshaftno-ekologičeskoj osnove / T.V. Rogova, L.A. Mangutova, O.E. Lyubina, S.F. Farhutdinova [Classification of the vegetation cover of the EKGPP on a landscape-ecological basis] // Trudy Volzhsko-Kamskogo gosudarstvennogo prirodnogo zapovednika [Works of Volga-Kama State Nature Reserve]. – Kazan'. – 2005. – № 6. – Pp.213–240. [in Russian]
7. Unkovskaya E.N. Rezul'taty monitoringa ozer volzhsko-kamskogo zapovednika / E.N. Unkovskaya, M.A. Unkovskaya, O.V. Palagushkina et al. [The results of monitoring the lakes of the Volga-Kama Reserve] // Ozera Evrazii: problemy i puti ih resheniya [Lakes of Eurasia: problems and their solution]. – Kazan', 2019. – Pp. 194–199. [in Russian]
8. Mal'cev K.A. Ispol'zovanie cifrovyyh modelej rel'efa dlya avtomatizirovannogo postroeniya granic vodosborov [The use of digital relief models for automated construction of watershed boundaries] // K.A. Mal'cev, O.P. Ermolaev // Geomorfologiya [Geomorphology]. – 2014. – № 1. – P. 45–53. [in Russian]
9. Kalinin V.G., P'yankov S.V. Primenenie geoinformacionnyh tekhnologij v gidrologičeskikh issledovaniyah. [Application of geoinformation technologies in hydrological research] // Perm': Aleks-Press, 2010. – 217 p. [in Russian]
10. Shihov A.N. Geoinformacionnyye sistemy: primeneniye GIS-tekhnologij pri reshenii gidrologičeskikh zadach: uchebnoe posobie. [Geoinformation systems: the use of GIS technologies in solving hydrological problems] / A.N. Shihov, E.S. Cherepanova, A. I. Ponomarchuk // Moscow : Permskij gosudarstvennyj nacional'nyj issledovatel'skij universitet [Perm State University], 2014. – 91 p. [in Russian]