

Издатель

ФГБОУ ВО «Петрозаводский государственный университет»
Российская Федерация, г.Петрозаводск, пр.Ленина,33

Научный электронный журнал

ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ

<http://ecopri.ru>

№ 4 (42). Декабрь, 2021

Главный редактор

А. В. Коросов

Редакционный совет

В. Н. Большаков
А. В. Воронин
Э. В. Ивантер
Н. Н. Немова
Г. С. Розенберг
А. Ф. Титов

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
В. В. Вапиров
Т. О. Волкова
Е. П. Иешко
В. А. Илюха
Н. М. Калинкина
А. М. Макаров
А. Ю. Мейгал
В. К. Шитиков
В. Н. Якимов
A. Gugolek B.
J. B. Jakovlev
R. Krasnov
J. P. Kurhinen

Службы поддержки

А. А. Зорина
А. Г. Марахтанов
Е. В. Голубев
С. Л. Смирнова
Н. Д. Чернышева
М. Л. Киреева

ISSN 2304-6465

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г.Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 453

E-mail: ecopri@psu.karelia.ru

<http://ecopri.ru>





УДК 639.1.053

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА КРУПНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ НА ПРИМЕРЕ КРАПИВИНСКОГО ГИДРОУЗЛА НА СОСТОЯНИЕ ОХОТНИЧЬЕГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ

ПРОСЕКОВ

Александр Юрьевич

*доктор технических наук, Кемеровский государственный университет,
020678@mail.ru*

Ключевые слова:

гидрообъекты
охотничьи ресурсы
затопление
компьютерное
моделирование
гидроэлектростанция
Кузбасс

Аннотация: В настоящей статье обсуждаются вопросы влияния строительства крупных гидрообъектов на состояние охотничьих угодий на затопляемых территориях. Проблема освещена на примере возведения Крапивинского гидроузла на реке Томь. Обсуждаются модели развития устойчивого охотничьего хозяйства на базе полиотраслевого территориального лесопользования. В частности, это касается водохранилищ и сопутствующих им гидроэлектростанций (ГЭС), поскольку это крупнейшие сооружения со значительным влиянием на животный мир на больших площадях. Целью настоящей работы является оценка воздействия строительства крупных гидрообъектов на состояние охотничьих ресурсов (на примере достройки Крапивинского гидроузла в Кемеровской области – Кузбассе). Установлено, что достройка Крапивинского гидроузла связана с потерями капитала и доходов в охотничьем хозяйстве Кемеровской области – Кузбасса, которые должны быть учтены, компенсированы и приняты во внимание при расчете коммерческой эффективности проекта. Результаты исследований устанавливают зоны затопления Крапивинского водохранилища, что является ориентиром для дальнейшего мониторинга состояния затопленных земель и других связанных с ними биологических ресурсов. Полученные результаты могут быть использованы для оценки и прогнозирования влияния других крупных низменных водоемов лесной зоны на природные ресурсы, в том числе (с определенными изменениями) водоемов Сибири и Дальнего Востока.

© Петрозаводский государственный университет

Получена: 04 Декабря 2021 года

Подписана к печати: 28 декабря 2021 года

Введение

Экосистемные функции лесных массивов изменяются вместе с изменениями в структуре ландшафта. Фрагментация крупных смежных лесов на небольшие и изолированные участки леса в результате антропогенного воздействия приводит к резким изменениям размеров, формы, связности и внутренней гетерогенности лесных участков и т. д. Этим вопросам посвящены работы многих отечественных и зарубежных ученых (Obedzinski et al., 2001; Варнаков,

2008; Hosonuma et al., 2012; Margono et al., 2014; Berhane et al., 2016; Gaveau et al., 2016; Gaveau et al., 2017; Sayed et al., 2021).

Масштабное гидротехническое строительство, в частности строительство оросительных систем и водохранилищ, приводит в первую очередь к затоплению обширных территорий (Гавриловский и др., 2017; Отмахов и др., 2018; Курбанов и др., 2019).

Строительство Крапивинской ГЭС было начато еще в 1975 г. и продолжалось до 1989 г., когда под давлением экологов и общественного мнения, а также вследствие

сокращения ресурсов бывшего СССР для капитальных вложений объект был заморожен на уровне готовности около 50 % (по другим оценкам – около 60–70 %). В связи с этим в рамках природоохранных мероприятий Кузбасса становится актуальной проблема эффективности комплексного экологического мониторинга биологических ресурсов Кемеровской области, в том числе в районе Крапивинского водохранилища. Изучение изменения экосистем зоны затопления требует особого внимания.

В исследовании рассмотрено потенциальное влияние Крапивинского гидроузла (включает Крапивинское водохранилище и Крапивинскую ГЭС) в Кемеровской области – Кузбассе на охотничьи угодья Крапивинского муниципального округа в случае предполагаемой достройки этих объектов. Данный муниципальный округ концентрирует достаточно важную часть охотничьих угодий региона, здесь расположен ряд охотхозяйств, в т. ч. закрепленных.

Целью настоящей работы является оценка воздействия строительства крупных гидрообъектов на состояние охотничьих угодий (на примере достройки Крапивинского гидроузла в Кемеровской области – Кузбассе).

Материалы

Поскольку самыми изученными по составу экосистем лесными территориями являются охотничьи угодья, в качестве объекта исследования использовались именно они. Особый акцент был сделан на прибрежные экосистемы, пострадавшие от паводковых процессов; рассмотрены результаты изменения биологических ресурсов под воздействием наводнений на Крапивинском водохранилище.

Основным материалом для анализа послужили данные большого количества съемок, полученных с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Для прокладки маршрутов БПЛА применялось продольное и поперечное перекрытие снимков, чтобы полностью, без пропусков охватить съемкой исследуемые территории. Траектория полета прокладывалась в соответствии с алгоритмом Дубинса в среде Matlab. Планы полетов БПЛА для получения разрешения на использование воздушного пространства согласовывались в оперативных органах Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации, содержали установленные границы района полетов, точки маршрута в системе

географических координат, а также высоту полета. В среднем время полета составляло 140 мин., протяженность маршрута – 210 км, высота полета – 400 м.

Методы

В рамках исследования применены методы анализа результатов съемки с БПЛА и компьютерного моделирования границ охотничьих угодий в случае их затопления.

Исследования проведены методом комбинирования обычной фото- и видеосъемки и тепловизионной съемки в инфракрасном спектре. Физическим носителем съемочного и другого оборудования в исследовании является беспилотный летательный аппарат. Для проведения исследований использовался БПЛА самолетного типа «Supercam S250», изготовленный ООО «Беспилотные системы» (г. Ижевск) с размахом крыльев 2.53 м, имеющий широкий диапазон условий эксплуатации, в частности возможность функционирования при скорости ветра до 15 м/с, температуре воздуха от –50 до +45 °С, а также при умеренном дожде или снегопаде. Это позволяло проводить съемку в том числе в достаточно неблагоприятных погодных условиях. Взлетная масса данного БПЛА составляет 7.5–9.5 кг, что дает возможность устанавливать два объекта полезной нагрузки (например, фотокамеру и тепловизор). Также на борту имеется приемник глобальной спутниковой системы навигации (ГНСС) для осуществления максимально точного координатного управления. Получаемая в ходе съемки информация накапливалась с использованием облачных технологий, позволяющих хранить большие массивы данных. Обработку результатов съемки проводили с использованием программного обеспечения, в том числе специализированного программного продукта (приложения для персонального компьютера на языке Python) «Thermal infrared object finder» (TIOF), созданного в КемГУ при участии автора исследований.

Результаты

По площади территории, в границах которой осуществляется воздействие, водохранилища можно поставить на первое место среди всех промышленных объектов. Основной особенностью влияния водохранилищ и ГЭС на природную среду, в частности на охотничьи ресурсы, является непосредственный вывод из оборота (затопление) значительных площадей охотничьих угодий

с соответствующим изменением численности практически всех животных.

Поскольку популяция охотничьих животных неизбежно претерпит изменения, ущерб животному миру должен рассматриваться как одна из важных составляющих экологического ущерба от гидротехнического строительства вообще.

Для отдельных муниципальных районов площадь охотничьих угодий при строительстве водохранилища существенно сокращается. По сути дела, из оборота изымается значительная часть охотничьих ресурсов. Далее в зонах влияния крупных водохранилищ также происходят существенные изменения экосистем, включая численность и видовой состав охотничьих животных. Это обусловлено тем, что наряду с непосредственной гибелью и миграцией при затоплении существует ряд других негативных воздействий на охотничьи ресурсы при соз-

дании водохранилищ и строительстве ГЭС. К ним относятся в первую очередь появление преград на традиционных путях миграции животных (что затрудняет их воспроизводство), изменение микроклимата и водного режима, подтопления, а также притяжение в зону водохранилища людей.

Крапивинский гидроузел располагается в Крапивинском муниципальном округе Кемеровской области – Кузбасса на реке Томь в среднем ее течении вблизи поселка Зеленогорский. По проекту объем Крапивинского водохранилища должен был составить 11.7 км³, глубина – от 15 до 57 м, длина – около 130–135 км, ширина – до 30 км в самой широкой части.

На рис. 1 отражены плановые границы Крапивинского водохранилища в случае его достройки, полученные путем компьютерного моделирования.



Рис. 1. Плановые границы Крапивинского водохранилища в случае его достройки
Fig. 1. Planned boundaries of the Krapivinsky reservoir in case of its completion

Рис. 1 наглядно показывает затопление значительной площади охотничьих угодий в центральной части Кемеровской области – Кузбасса (Крапивинский муниципальный округ и северная часть Новокузнецкого муниципального района), притом что эта территория уже отличается высокой антропогенной нагрузкой.

При достройке Крапивинского гидроузла выбывает из оборота существенная доля охотничьих угодий Крапивинского муниципального округа, притом что он занимает заметное место в охотничьем хозяйстве Кемеровской области – Кузбасса (табл. 1).

Таблица 1. Удельный вес Крапивинского района в основных показателях охотничьего хозяйства Кемеровской области – Кузбасса

Показатель	Удельный вес
Доля охотничьих хозяйств региона, %	25.81
Добыто особей, %	6.21
Доля закрепленных охотничьих угодий, %	9.99
Доля общедоступных охотничьих угодий, %	2.73
Всего охотничьих угодий, %	8.06

Поскольку при строительстве гидроузла пострадают также охотничьи угодья Новокузнецкого муниципального района, в работе автор сосредоточился на оценке ущерба для двух муниципальных районов области.

Пропорциональное увеличение высоты бьефа ведет к кратному изменению базовых показателей – суммарная площадь затопленного леса меняется с 91.7 до 581.0 км², а объем затопленного леса, рассчитанный на

основе высотной модели лесного массива, достигает 777 млн м³ при максимальной высоте бьефа.

Полученные значения площади воды в пяти критических значениях, пропорциональных шагу 10 м бьефа плотины над уровнем моря, позволили получить новые данные о подтоплении особо охраняемых природных территорий, попадающих в соответствующую зону разлива (рис. 2, 3).

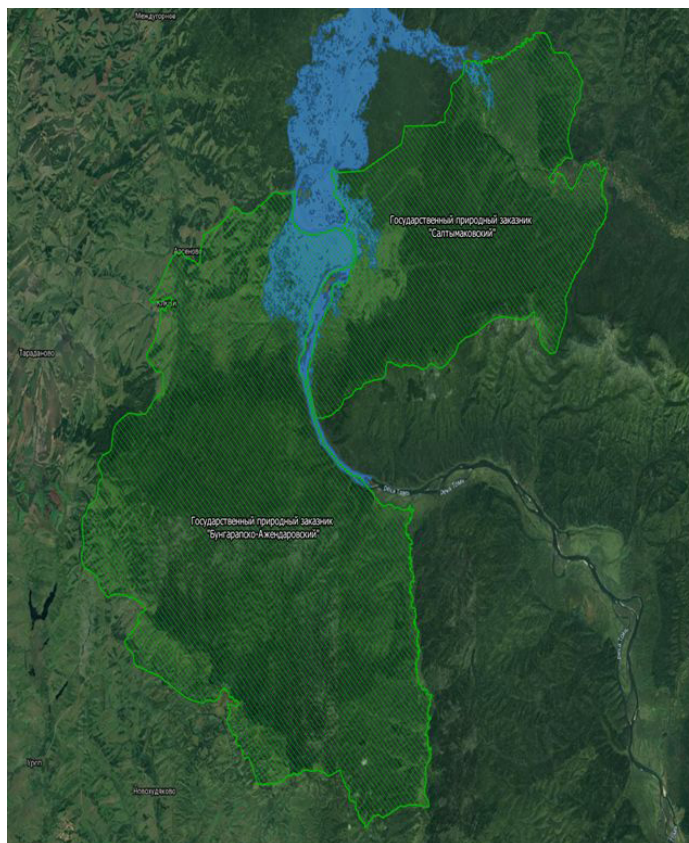


Рис. 2. Изменение уровня затопления при уровне воды в верхнем бьефе плотины, равном 10 м (относительно рельефа): Бунгарапско-Ажндаровский заказник – 3033.41 га; Салтымаковский заказник – 1041.9 га

Fig. 2. The change in the flooding level at the water level in the upper reaches of the dam, equal to 10 meters (relative to the relief): Bungarapsko-Azhendarovsky reserve – 3033.41 ha; Saltymakovsky reserve – 1041.9 ha

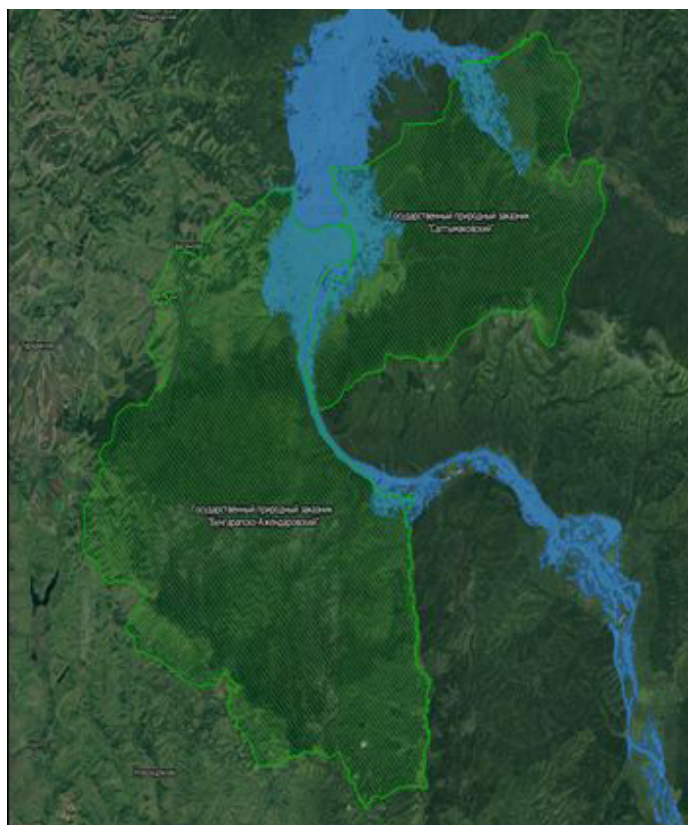


Рис. 3. Изменение уровня затопления при уровне воды в верхнем бьефе плотины, равном 20 м (относительно рельефа): Бунгарапско-Ажандаровский заказник – 3992.41 га; Салтымаковский заказник – 3761.03 га

Fig. 3. The change in the flooding level at the water level in the upper reaches of the dam, equal to 20 meters (relative to the relief): Bungarapsko-Azhendarovsky reserve – 3992.41 ha; Saltymakovsky reserve – 3761.03 ha

Анализ результатов, представленных на рисунках, обозначил, помимо экологического, еще два принципиальных вопроса: правовой и экономический. В табл. 2 показано сокращение площадей охотничьих угодий Крапивинского муниципального округа и Новокузнецкого муниципального района в случае достройки Крапивинского гидроузла, рассчитанное путем анализа результатов съемки с БПЛА и компьютерного моделирования границ охотничьих угодий в случае их затопления.

Анализ данных табл. 2 показывает, что в Крапивинском муниципальном округе и Новокузнецком муниципальном районе произойдет сокращение площади охотничьих угодий разного статуса на 45 тыс. га, что составляет около 9 %. При этом относительное снижение площади в Новокузнецком районе будет выше. Отдельные угодья и охотхозяйства рискуют практически исчезнуть: так, участок № 17 Новокузнецкого муниципального района потеряет более 40 % площади, а участок № 7 в Крапивинском муниципальном округе – свыше 90 % площади.

В частности, в сложное положение попадет и охотхозяйство ООО «Соболь», которое утратит почти 20 % площади, а еще около 20–40 % попадет в зону влияния водохранилища с соответствующими изменениями в популяциях охотничьих животных. В подобной ситуации создается риск прекращения деятельности и банкротства коммерческих охотпользователей.

Заключение

Таким образом, достройка Крапивинского гидроузла связана с потерями капитала и доходов в охотничьем хозяйстве Кемеровской области – Кузбасса, которые должны быть учтены, компенсированы и приняты во внимание при расчете коммерческой эффективности проекта.

Результаты исследований устанавливают зоны затопления Крапивинского водохранилища, что является ориентиром для дальнейшего мониторинга состояния затопленных земель и других связанных с ними биологических ресурсов. Полученные результаты исследования могут быть исполь-

Таблица 2. Оценка снижения площадей охотничьих угодий Крапивинского муниципального округа и Новокузнецкого муниципального района Кемеровской области – Кузбасса при достройке Крапивинского гидроузла

Наименование угодий	Площадь в настоящее время, га	Площадь при затоплении (до уровня верхнего бьефа 49 м), га	Уменьшение площади при затоплении, га	Уменьшение площади при затоплении, %
1	2	3	4	5
Крапивинский муниципальный округ				
Закрепленные охотугодья (ЗОУ) «Крапивинский обход»	57 884	51 614	6 270	10.83
ЗОУ «Сидоровский обход»	84 841	79 298	5 543	6.53
ЗОУ «Никольско-Красулинский обход»	27 192	24 777	2 415	8.88
Охотхозяйство ООО «Соболь»	27 287	22 165	5 121	18.77
Охотхозяйство КООО «Тайдонское»	141 775	137 052	4 723	3.33
Общество охотников и рыболовов Кемеровской области «Абат»	71 770	69 062	2 708	3.77
Общедоступные охотничьи угодья (ООУ) № 7 Крапивинского муниципального округа	8 328	558	7 769	93.3
Итого по Крапивинскому муниципальному округу	419 077	384 526	34 549	8.24
Новокузнецкий муниципальный район				
ООУ № 15 Новокузнецкого муниципального района	42 023	37 862	4 161	9.9
ООУ № 17 Новокузнецкого муниципального района	5 355	3 072	2 283	42.63
ООУ № 18 Новокузнецкого муниципального района	38 838	35 816	3 652	9.4
Итого по Новокузнецкому муниципальному району	86 216	76 750	10 096	11.7
Итого по двум муниципальным образованиям	505 293	461 276	44 645	8.84

зованы для оценки и прогнозирования влияния других крупных низменных водоемов лесной зоны на природные ресурсы, в том числе (с определенными изменениями) водоемов Сибири и Дальнего Востока.

Сделана первичная оценка влияния предполагаемого затопления при реализации проекта строительства Крапивинского водохранилища. В дальнейшем планируется устранить недостатки исследования с це-

лью получения более достоверных данных, способствующих активному мониторингу биологических ресурсов на территории Кузбасса. Представленные результаты позволяют продолжить комплексный мониторинг природных ресурсов в рамках природоохранных мероприятий Кузбасса, в контексте стратегии с использованием технологий геоинформационных систем и методов зондирования Земли.

Библиография

- Варнаков А. П. Оценка ущерба, причиненного охотничьим животным и их среде обитания хозяйственной деятельностью человека // Вестник охотоведения. 2008. Т. 5, № 2. С. 187–197.
- Гавриловский Д. В., Гапонов В. Л., Гапонов С. В., Гапонова Е. Ю. Оценка гидро-экологических характеристик Цимлянского водохранилища // Инженерный вестник Дона. 2017. № 1 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-gidro-ekologicheskikh-harakteristik-tsimlyanskogo-vodohranilisha> (дата обращения: 14.02.2021).
- Курбанов С. О., Созаев А. А., Жемгуразов С. М. Оценка влияния низконапорных водохранилищных гидроузлов на окружающую среду // Инженерный вестник Дона. 2019. № 4 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-nizkonapornyh-vodohranilischnyh-gidrouzlov-na-okruzhayuschuyu-sredu> (дата обращения: 14.02.2021).
- Отмахов Ю. С., Черникова Т. С., Третьяков Б. А. Антропогенная трансформация растительных сообществ сосновых лесов в городской среде // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2018. № 41. С. 75–95.
- Berhane G., Gebreyohannes T., Martens K., Walraevens K. Overview of micro-dam reservoirs (MDR) in Tigray (northern Ethiopia): Challenges and benefits // Journal of African Earth Sciences. 2016. Vol. 123. P. 210–222. DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2016.07.022
- Gaveau D. L. A., Pirard R., Salim M. A., Tonoto P., Yaen H., Parks S. A., Carmenta R. Overlapping Land Claims Limit the Use of Satellites to Monitor No-Deforestation Commitments and No-Burning Compliance // Conserv. Lett. 2017. № 10. P. 257–264. DOI: 10.1111/conl.12256
- Gaveau D. L. A., Sheil D., Husnayaen, Salim M. A., Arjasakusuma S., Ancrenaz M., Pacheco P., Meijaard E. Rapid conversions and avoided deforestation: Examining four decades of industrial plantation expansion in Borneo // Sci. Rep. 2016. No 6. P. 32017. DOI: 10.1038/srep32017
- Hosonuma N., Herold M., De Sy V., De Fries R. S., Brockhaus M., Verchot L., Angelsen A., Romijn E. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries // Environ. Res. Lett. 2012. № 7. P. 4009. DOI: 10.1088/1748-9326/7/4/044009
- Margono B. A., Potapov P. V., Turubanova S., Stolle F., Hansen M. C. Primary forest cover loss in indonesia over 2000–2012 // Nat. Clim. Chang. 2014. № 4. P. 730–735. DOI: 10.1038/nclimate2277
- Robert A. Obedzinski, Charles G. Shaw III, Daniel G. Neary, Declining Woody Vegetation in Riparian Ecosystems of the Western United States // Western Journal of Applied Forestry. 2001. Vol. 16. P. 169–181. DOI: 10.1093/wjaf/16.4.169
- Sayed E. T., Wilberforce T., Elsaid K., Rabaia M. K. H., Abdelkareem M. A., Chae K. J., Olabi A. A. Critical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal // Science of the Total Environment. 2021. Vol. 766. P. 144505. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.144505

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF THE CONSTRUCTION OF LARGE HYDROLOGICAL FACILITIES ON THE STATE OF THE HUNTING ECONOMY IN THE ADJACENT TERRITORY (ON THE EXAMPLE OF THE KRAPIVINSKY HYDROELECTRIC COMPLEX)

PROSEKOV
Alexander Yuryevich

D.Sc., Kemerovo State University, 020678@mail.ru

Keywords:

hydroelectric facilities
hunting resources
flooding
computer modeling
hydroelectric power
station
Kuzbass

Summary: This article discusses the impact of the construction of large hydroelectric facilities on the state of hunting grounds in flooded areas on the example of the construction of the Krapivinsky hydroelectric complex on the Tom River. The models of development of sustainable hunting economy based on multisectoral territorial forest management are discussed. In particular, this applies to reservoirs and associated hydroelectric power plants (HPPs), since these are the largest structures with a significant impact on the animal world over large areas. The aim of this work is to assess the impact of the construction of large hydroelectric facilities on the state of hunting resources (on the example of the completion of the Krapivinsky hydroelectric complex in the Kemerovo region, Kuzbass). It was established that this led to the loss of capital and income in the hunting sector of the Kemerovo region, Kuzbass, which should be taken into account, compensated, and should be considered when calculating the commercial efficiency of the project. The research results allows us to establish the flooding zones of the Krapivinsky reservoir, which is a reference point for further monitoring of the condition of flooded lands and other associated biological resources. The obtained results can be used to assess and predict the impact of other large low-lying water bodies of the forest zone on natural resources, including (with certain changes) water bodies in Siberia and the Far East.

Received on: 04 December 2021

Published on: 28 December 2021

References

- Berhane G., Gebreyohannes T., Martens K., Walraevens K. Overview of micro-dam reservoirs (MDR) in Tigray (northern Ethiopia): Challenges and benefits, *Journal of African Earth Sciences*. 2016. Vol. 123. P. 210–222. DOI: 10.1016/j.jafrearsci.2016.07.022
- Gaveau D. L. A., Pirard R., Salim M. A., Tonoto P., Yaen H., Parks S. A., Carmenta R. Overlapping Land Claims Limit the Use of Satellites to Monitor No-Deforestation Commitments and No-Burning Compliance, *Conserv. Lett.* 2017. No. 10. P. 257–264. DOI: 10.1111/conl.12256
- Gaveau D. L. A., Sheil D., Husnayaen, Salim M. A., Arjasakusuma S., Ancrenaz M., Pacheco P., Meijaard E. Rapid conversions and avoided deforestation: Examining four decades of industrial plantation expansion in Borneo, *Sci. Rep.* 2016. No 6. P. 32017. DOI: 10.1038/srep32017
- Gavrilovskiy D. V. Gaponov V. L. Gaponov S. V. Gaponova E. Yu. Assessment of hydroecological characteristics of the Tsimlyansk reservoir, *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2017. No. 1 (44). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-gidro-ekologicheskikh-harakteristik-tsimlyanskogo-vodohranilisha> (data obrascheniya: 14.02.2021).
- Hosonuma N., Herold M., De Sy V., De Fries R. S., Brockhaus M., Verchot L., Angelsen A., Romijn E. An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries, *Environ. Res. Lett.* 2012. No. 7. P. 4009. DOI: 10.1088/1748-9326/7/4/044009
- Kurbanov S. O. Sozaev A. A. Zhemgurazov S. M. Assessment of the impact of low-pressure reservoir waterworks on the environment, *Inzhenernyy vestnik Dona*. 2019. No. 4 (55). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-vliyaniya-nizkonapornyh-vodohranilischnyh-gidrouzlov-na-okruzhayuschuyu-sredu> (data obrascheniya: 14.02.2021).
- Margono B. A., Potapov P. V., Turubanova S., Stolle F., Hansen M. C. Primary forest cover loss in indonesia

- over 2000–2012, *Nat. Clim. Chang.* 2014. No. 4. P. 730–735. DOI: 10.1038/nclimate2277
- Otmahov Yu. S. Chernikova T. S. Tret'yakov B. A. Anthropogenic transformation of plant communities of pine forests in the urban environment, *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya*. 2018. No. 41. P. 75–95.
- Robert A. Obedzinski, Charles G. Shaw III, Daniel G. Neary, Declining Woody Vegetation in Riparian Ecosystems of the Western United States, *Western Journal of Applied Forestry*. 2001. Vol. 16. P. 169–181. DOI: 10.1093/wjaf/16.4.169
- Sayed E. T., Wilberforce T., Elsaid K., Rabaia M. K. H., Abdelkareem M. A., Chae K. J., Olabi A. A. Sritical review on environmental impacts of renewable energy systems and mitigation strategies: Wind, hydro, biomass and geothermal, *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 766. P. 144505. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.144505
- Varnakov A. P. Assessment of damage caused to hunting animals and their habitat by human economic activity, *Vestnik ohotovedeniya*. 2008. T. 5, No. 2. P. 187–197.