

О. М. Таврыкина¹, С. А. Дубенок², Е. А. Ивашко¹, А. З. Макус¹

¹Центральный научно-исследовательский институт комплексного использования водных ресурсов, Минск, Беларусь, e-mail: tavrykina@cricuwr.by

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь, e-mail: dsnega@list.ru

АДАПТАЦИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ ПЛОЩАДИ СВЯЗАННЫХ С ВОДОЙ ЭКОСИСТЕМ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ ЦУР 6.6.1 В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Аннотация. Рассмотрены вопросы, касающиеся возможности использования методики формирования показателя ЦУР 6.6.1 «Динамика изменения площади связанных с водой экосистем» в Республике Беларусь. Проведен анализ возможности применения международных подходов и индикаторов для оценки динамики изменения площади связанных с водой экосистем в Беларуси, выявлены категории поверхностных водных объектов, для которых может проводиться измерение, оценена допустимость использования базового периода и последующих периодов измерений в рамках требований международной методики, метод расчета и доступные средства измерений. Для выполнения задачи 6.6 ЦУР 6 по обеспечению охраны и восстановления связанных с водой экосистем по показателю 6.6.1 разработан проект национальной методики оценки динамики изменения площади связанных с водой экосистем в Республике Беларусь.

Ключевые слова: цели устойчивого развития, водные экосистемы, расчет площади, дистанционное зондирование земли, космоснимки, аэрофотоснимки, инвентаризация поверхностных водных объектов, земельно-информационная система, динамика изменения площади

O. M. Tavrykina¹, S. A. Dubenok², E. A. Ivashko¹, A. Z. Makus¹

¹Central Research Institute for Complex Use of Water Resources, Minsk, Belarus, e-mail: tavrykina@cricuwr.by

²Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, e-mail: dsnega@list.ru

ADAPTATION OF THE INTERNATIONAL METHODOLOGY FOR ASSESSING THE DYNAMICS OF CHANGES IN THE AREA OF WATER-RELATED ECOSYSTEMS ACCORDING TO SDG INDICATOR 6.6.1 IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Abstract. A number of issues related to the possibility of applying of the methodology for the formation of the indicator for SDG 6.6.1 "Change in the extent of water-related ecosystems over time" in Belarus are considered. The analysis of the possibility of using international approaches and indicators to assess the dynamics of changes in the area of water-related ecosystems in Belarus was carried out, the categories of surface water bodies for which it is advisable to measure were identified, the possibility of using the base period and subsequent measurement periods for our republic within the requirements of the international methodology was evaluated, the method of calculating changes in the dynamics of the area of water-related ecosystems and available measuring instruments was evaluated. To fulfill task 6.6 of SDG 6 on ensuring the protection and restoration of water-related ecosystems according to indicator 6.6.1, the project of national methodology for assessing the dynamics of changes in the area of water-related ecosystems of the Republic of Belarus has been developed.

Keywords: sustainable development goals, aquatic ecosystems, area calculation, earth remote sensing, satellite imagery, aerial photographs, inventory of surface water bodies, land information system, dynamics of area change

A. M. Таўрыкіна¹, С. А. Дубянок², Я. А. Івашко¹, А. З. Макус¹

¹Цэнтральны навукова-даследчы інстытут комплекснага выкарыстання водных рэсурсаў, Мінск, Беларусь

²Беларускі нацыянальны тэхнічны ўніверсітэт, Мінск, Беларусь

АДАПТАЦЫЯ МІЖНАРОДНАЙ МЕТОДЫКІ АЦЭНКІ ДЫНАМІКІ ЗМЯНЕННЯ ПЛОШЧЫ СВЯЗАННЫХ З ВАДОЙ ЭКАСІСТЭМ ПА ПАКАЗЧЫКУ ЦУР 6.6.1 У РЭСПУБЛІЦЫ БЕЛАРУСЬ

Анатацыя. Разгледжаны пытанні, якія тычацца магчымасці выкарыстання metodyкі фарміравання паказчыка па ЦУР 6.6.1 «Дынаміка змены плошчы звязаных з вадой экасістэм у Рэспубліцы Беларусь». Праведзены аналіз магчымасці прымянення міжнародных падыходаў і індыхатараў для ацэнкі дынамікі змены плошчы звязаных з вадой экасістэм у Беларусі, выяўлены катэгорыі паверхневых водных аб'ектаў, для якіх можа праводзіцца вымярэнне, ацэненая магчымасць выкарыстання базавага перыяду і наступных перыядаў вымярэнняў у Рэспубліцы Беларусь у рамках патрабаванняў міжнароднай metodyкі, метада разліку і даступных сродкі вымярэнняў. Для выканання задачы 6.6 ЦУР 6 па забеспячэнні аховы і аднаўлення звязаных з вадой экасістэм па паказчыку 6.6.1 распрацаваны праект нацыянальнай metodyкі ацэнкі дынамікі змены плошчы звязаных з вадой экасістэм у Беларусі.

Ключавыя словы: мэты ўстойлівага развіцця, водныя экасістэмы, разлік плошчы, дыстанцыйнае заўважанне зямлі, космасдымкі, аэрафатаздымкі, інвентарызацыя паверхневых водных аб'ектаў, зямельна-інфармацыйная сістэма, дынаміка змены плошчы

Введение. Цели в области устойчивого развития – это всеобщий призыв к действиям по искоренению нищеты, обеспечению защиты нашей планеты, повышению качества жизни и улучшению перспектив для людей во всем мире. В сентябре 2015 г. государства-члены ООН приняли Повестку дня в области устойчивого развития на период до 2030 г. (Повестка–2030) [1].

Составной частью Повестки являются 17 целей устойчивого развития (ЦУР) и 169 подчиненных им задач, которые необходимо достичь к 2030 г. Прогресс в достижении ЦУР будет контролироваться и отслеживаться при помощи набора глобальных показателей (индикаторов) [2]. Принятие Повестки–2030 потребовало от всех государств пересмотра и конкретизации национальных планов и механизмов достижения устойчивого развития общества с учетом ЦУР, в том числе и для Республики Беларусь.

Для активной имплементации ЦУР на национальном уровне и вовлечения всех заинтересованных в их реализацию за различными органами госуправления в соответствии с компетенцией закреплены задачи по реализации ЦУР. Поскольку прогресс по реализации каждой из задач ЦУР определяется совокупностью нескольких оценочных показателей (индикаторов), возникает необходимость имплементации международных методик их определения, а при невозможности – формирования национальных методик. Необходима также разработка национальных механизмов по мониторингу отчетности за их выполнением (определение ответственных за их подготовку, контроль за их выполнением и предоставление соответствующей отчетности) [3].

В Беларуси уже проведена значительная работа по национализации ЦУР, создана национальная архитектура управления деятельностью по их достижению, которую характеризует межведомственный подход. В 2017 г. учрежден пост Национального координатора по достижению ЦУР, создан Совет по устойчивому развитию на уровне заместителей руководителей органов государственного управления и руководства регионов страны. В двухпалатном белорусском парламенте создана единая парламентская группа для работы по вопросам ЦУР. К важному достижению парламентской группы также можно отнести принятые поправки к Закону Республики Беларусь от 10 января 2000 г. № 361-З «О нормативных правовых актах». Согласно Закону, необходимость принятия нормативного правового акта в обязательном порядке должна оцениваться с точки зрения его соответствия ЦУР [4].

Одной из ЦУР в области водной безопасности является ЦУР 6 – «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех», в рамках которой определено 8 задач, в том числе и задача 6.6 – «К 2030 году защитить и восстановить связанные с водой экосистемы, включая горы, леса, водно-болотные угодья, реки, водоносные горизонты и озера». Для реализации поставленной задачи и оценки прогресса ее достижения на международном уровне предложены подходы к оценке динамики изменения площади связанных с водой экосистем и индикаторы, оценивающие успешность реализации поставленной задачи.

Опыт РУП «ЦНИИКИВР» в проведении подобных исследований по национализации отдельных водно-экологических показателей задач ЦУР 6 показывает, что для условий Беларуси международные подходы по формированию индикаторов выполнения отдельных задач в рамках ЦУР 6 требуют тщательного изучения и могут быть применены только на основе анализа и унификации терминологических и методических подходов с учетом существующих условий. Для отдельных показателей требуется разработка национальных подходов к их расчету и формирование так называемых прокси-показателей [5]. При этом в соответствии с международными подходами к оценке поэтапной реализации задачи 6.6 ЦУР 6 страны, начиная с 2017 г., каждые пять лет должны предоставлять национальную отчетность по прогрессу в достижении реализации этой задачи.

Непосредственно за Министерством природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) совместно с иными республиканскими органами государственного управления закреплены четыре задачи из восьми в рамках ЦУР 6 (6.3, 6.4, 6.5 и 6.6). В части показателей, ответственным за формирование которых является Минприроды (6.3.1, 6.3.2.1, 6.4.1, 6.4.2, 6.5.1 и 6.5.2), в 2018–2019 гг. адаптированы в виде национальных методик международные подходы к их расчету. Разработанные методики согласованы с Белстатом, утверждены Минприроды и интегрированы в информационную систему государственного Водного кадастра (далее – ГВК) в виде информационного раздела «Расчет показателей ЦУР 6 «Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех» для автоматизации их расчета и последующего размещения на Национальной платформе представления отчетности по ЦУР, ведение которой обеспечивается Белстатом. При этом необходимо понимать, что индикаторы (показатели) являются количественной мерой оценки прогресса реализации задач в рамках ЦУР, а решение самих задач может быть достигнуто только при межведомственном взаимодействии всех институциональных субъектов, участвующих в управлении водными ресурсами, и водопользователей.



Структура показателя 6.6.1. ЦУР в соответствии с глобальной методологией

Показатель 6.6.1 в соответствии с глобальной методологией имеет следующую структуру и состоит из ряда субпоказателей (рисунок): показатель 6.6.1 (а) «Динамика изменения площади связанных с водой экосистем» (курирующая показатель международная организация – Программа ООН по окружающей среде, или ЮНЕП); показатель 6.6.1 (b) «Динамика изменения площади связанных с водой экосистем» (курирующая показатель международная организация – Секретариат Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях).

В свою очередь показатель 6.6.1 (а) имеет пять субпоказателей: 1 – «Пространственная протяженность связанных с водой экосистем»; 2 – «Качество воды озер и искусственных водоемов»; 3 – «Сброс сточных вод в реки и эстуарии»; 4 – «Доля водоемов с хорошим качеством воды» (ЦУР 6.3.2); 5 – «Количество подземных вод в водоносных горизонтах».

В настоящее время расчет показателя ЦУР 6.6.1 (а-1) «Пространственная протяженность связанных с водой экосистем» производится Белстатом на основании данных Государственного комитета по имуществу. Данные поступают в рамках соглашения об информационном взаимодействии, заключенного между Белстатом и Госкомимуществом. Показатель формируется ежегодно по республике в целом.

Субпоказатель «Пространственная протяженность связанных с водой экосистем» включает три динамических ряда: площадь земель под болотами и водными объектами (км²); процентное изменение пространственной протяженности связанных с водой экосистем; доля площади земель под болотами и водными объектами в общей площади республики (%) [6]. Показатель рассчитывается ежегодно по состоянию на 1 января по данным за предыдущий календарный год.

Цель исследования – оценить возможность применения международных подходов к оценке динамики изменения площади связанных с водой экосистем и на их основе сформировать национальную методику оценки динамики изменения площади связанных с водой экосистем, включая оценочные показатели (индикаторы).

Методы и использованные данные. Адаптация методики происходила путем последовательного изучения ее отдельных критериев, подходов и показателей с учетом национальных интересов и особенностей. Проанализированы существующие данные и источники информации по показателю «площадь связанных с водой экосистем» в сравнении с рекомендованными в методике, средства проведения измерений площади водных объектов, категории водных объектов, для которых планируется проводить измерения, формула для расчета динамики изменения площади связанных с водой экосистем.

Результаты и их обсуждение. Международная методика концептуально четко определила показатель 6.6.1 и периодичность представления данных [7]. Согласно методике, определение динамики показателя основывается на геопропространственных данных, которые представлены организациями-партнерами [7]. Методика по показателю 6.6.1 «Динамика изменения площади связанных с водой экосистем» основана на мониторинге различных видов связанных с водой экосистем, включая озера, реки, водно-болотные угодья, грунтовые воды и искусственные водоемы, такие как водохранилища. При этом признается, что водохранилища не являются естественными водными экосистемами, ко-

торые обязательно должны нуждаться в охране и восстановлении, однако во многих странах в них содержатся значительные запасы пресной воды и в связи с этим водохранилища берутся в расчет.

Связанные с водой экосистемы, как правило, занимают большие площади, их количество велико, а для точного определения динамики изменения площади могут использоваться спутниковые данные. Спутники могут производить съемку каждые семь дней и делать снимки с разрешением на площади до 10–30 м. Для статистического представления масштабов изменения площади того или иного вида экосистемы в один период времени по сравнению с другим изначально определен базовый (исходный) период, по отношению к которому затем будет проводиться анализ изменения.

В международной методике в качестве пятилетнего базового периода используется 2000–2004 гг. После усреднения данных всех наблюдений Земли по годам и за пятилетний базовый период информация сравнивается с последующим пятилетним целевым периодом 2015–2019 гг. На основе сравнения базового и целевого периодов рассчитывается процентное изменение площади с использованием следующей формулы:

$$\text{Процентное изменение площади} = \frac{\beta - \gamma}{\beta} \cdot 100,$$

где β – средняя национальная площадь в период 2000–2004 гг.; γ – средняя национальная площадь в любой другой последующий пятилетний период.

При использовании данной формулы получаемое значение процентных изменений может быть либо положительным, либо отрицательным, что служит указанием на то, каким образом изменяется площадь. Данные истолковываются так, что если значение показано как положительное, то статистические данные представляют уменьшение площади, а в случае если значение показано как отрицательное, то они представляют увеличение площади связанных с водой экосистем. Субнациональные статистические данные могут быть представлены в масштабе бассейнов и суббассейнов.

Очередной раунд глобального мониторинга и отчетности по показателю 6.6.1 ЦУР 6 запланирован на 2023-й год. При этом данные будут продолжать обновляться ежегодно (в мае–июне) на основе спутниковых наблюдений и по международным экспертным оценкам по результатам исследований пресноводных экосистем для каждого региона. Что касается водных объектов республики, нужно отметить, что речная и озерная сеть густа и разнообразна, относительно равномерно распределена по всей территории. Республика Беларусь служит водоразделом для бассейнов Балтийского и Черного морей. Примерно 55 % речного стока приходится на реки бассейна Черного моря и 45 % – Балтийского [8].

На территории республики насчитывается более 10,8 тыс. озер, 88 % из которых имеют площадь зеркала до 10 га, и почти 21 тыс. рек. Озер, площадью более 100 га, всего 2,2 %. Относительно больших озер с площадью зеркала более 20 км² всего девять: Нарочь, Освейское, Червоное, Лукомское, Дривяты, Нещердо, Выгонощанское, Снуды и Свирь. Насчитывается 85 водохранилищ, осуществляющих сезонное регулирование и имеющих площадь водной глади более 100 га, их суммарная площадь составляет 584,54 км². По месту расположения преобладают водохранилища руслового типа [8]. Большое распространение получило строительство прудов различного назначения объемом более 600 млн м³. Вся территория Беларуси покрыта сетью каналов, общее количество которых приближается к 2000, а суммарная длина превышает 17 тыс. км [9].

В соответствии с градациями водосборных площадей все водотоки разбиты на категории (малые, средние, большие) в зависимости от их общей протяженности, что определяет характер гидрографической сети Беларуси [10]. Большинство рек в стране малые, которые имеют протяженность до 25 км, 8 больших рек более 500 км, 56,7 % водосборных площадей менее 50 км², поэтому расчет площади поверхностных вод в республике с использованием спутниковых данных следует проводить с пространственным разрешением выше, чем указано в методике по показателю ЦУР 6.6.1 (30×30 м), где спутниковые снимки фиксируют площадь больших озер и широких рек. Более высокое разрешение изображений, таких как аэрофотосъемка БПЛА, дает возможность включать в мониторинг небольшие по площади водные объекты.

В Беларуси в открытом доступе можно получить снимки с различных спутников [11–15]. На специализированных серверах в сети Интернет доступны каталоги снимков, информация о спутниках, съемочных системах, приводятся примеры снимков и условия продажи или бесплатного приобретения. Данные космоснимков можно получить в УП «Геоинформационные системы» с космических снимков БКА и Канопус-В, топографо-геодезическом республиканском унитарном предприятии «Белгеодезия», в РУП «Проектный институт Белгипрозем», ГП «БелПСХАГИ».

Для качественного определения характеристик водных объектов по космическим или аэрофотоснимкам необходима максимально точная привязка снимка к цифровой карте. Характерными конту-

рами которого служат береговая линия водоемов и рисунок гидрографической сети. Если исследования проводятся на больших по протяженности реках или больших по площади озерах, водохранилищах и водосборах, необходимо использовать космические снимки среднего разрешения, поскольку эти снимки имеют оптимальное соотношение размера ширины полосы съемки поверхности (порядка 100–200 км) и разрешающей способности (около 15–30 м). Для получения более точных и надежных гидрографических характеристик водных объектов или водосборов на определенных, сравнительно небольших по размерам участках следует использовать космические снимки более высокого разрешения, аэрофотоматериалы, материалы съемки с БПЛА. Границу водного объекта необходимо определять с предельно возможной точностью, поскольку от этого зависит точность определения площади и связанных с ней других характеристик водных объектов.

В настоящее время основным источником информации по площади водных объектов является земельно-информационная система (ЗИС) Республики Беларусь, разработчиком которой является РУП «Проектный институт Белгипрозем» [16, 17]. Геопортал ЗИС Республики Беларусь – полнофункциональная, геоинформационная система, предназначенная для автоматизации хранения, обработки и предоставления пространственной информации всем заинтересованным лицам для поддержки принятия решений по организации эффективной работы в области землеустройства, геодезии, картографии, земельного, лесного кадастра и кадастра недвижимости, градостроительства и архитектуры, телекоммуникаций, обслуживания трубопроводов, добычи и транспортировки нефти и газа, электрических сетей, экологии и природопользования, геологии и геофизики, железнодорожного и автомобильного транспорта, банковского дела, образования, государственного управления и т. д. Данные ЗИС формируются посредством проведения аэрофотосъемочных работ для создания и обновления государственных топографических карт и планов всего масштабного ряда, согласно планам Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь по выполнению топографо-геодезических и картографических работ [18, 19].

Источником получения информации служит также «Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь» в последней редакции (01.01.2021 г.). Данный сборник составляется ежегодно по данным отчетов о наличии и распределении земель по областям и Минску и состоит из двух разделов: «Наличие и распределение земель по их видам и категориям землепользователей», «Другие сведения по характеристике и использованию земель» и размещен в свободном доступе на официальном сайте Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь.

Информационной основой для формирования данных по динамике изменения площадей связанных с водой экосистем в части поверхностных водных объектов будут служить данные инвентаризации поверхностных водных объектов, проведенной РУП «ЦНИИКИВР». Планируется проведение инвентаризации поверхностных водных объектов в течение 15 лет в три этапа с соблюдением следующей очередности: инвентаризация водотоков с площадью водосбора от 30 км² и водоемы с площадью поверхности воды от 0,5 км², расположенных на межселенных территориях, а также родники (с первого по пятый год инвентаризации); инвентаризация водотоков с площадью водосбора менее 30 км² и водоемы с площадью поверхности воды менее 0,5 км², расположенных на межселенных территориях, а также родники (с шестого по десятый год инвентаризации); инвентаризация поверхностных водных объектов, расположенных в границах населенных пунктов, а также родники (с одиннадцатого по пятнадцатый год инвентаризации). Реализация этапов инвентаризации поверхностных водных объектов осуществляется в разрезе речных бассейнов.

В период 2016–2020 гг. в рамках мероприятия «Инвентаризация водных объектов (реки, озера, водохранилища, пруды, родники, ручьи)» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 гг. проведена инвентаризация более 8000 крупных водных объектов [20], в настоящее время проводится второй цикл работ по инвентаризации водных объектов в рамках мероприятия «Инвентаризация поверхностных водных объектов (водотоки с площадью водосбора менее 30 км², водоемы с площадью водной глади менее 0,5 км²)» Государственной программы «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 гг. [21].

Учитывая вышесказанное, в республике для формирования показателя ЦУР 6.6.1 «Динамика изменения площади связанных с водой экосистем» будут использоваться площади следующих категорий водных объектов: реки, озера, водохранилища. Показатель будет формироваться для больших и средних рек, а для озер будут приняты в расчет водоемы, инвентаризация которых закончилась в 2020 г.

В следующую пятилетку после проведения второго цикла работ по инвентаризации поверхностных водных объектов (водотоки с площадью водосбора менее 30 км², водоемы с площадью водной глади менее 0,5 км²) данные по их площадям будут дополнительно включены в расчет. Для расчета процентного изменения площади вышеперечисленных категорий водных объектов в настоящей ме-

тодике в качестве базового периода будут использованы данные площадей до 2017 г. После получения данных будет проводиться сравнение базового периода с последующим целевым периодом. На основе сравнения базового и целевого периодов будет рассчитано процентное изменение площади с использованием выше указанной формулы, которое будет истолковываться следующим образом: положительные значения статистических данных означают увеличение площади, отрицательные – уменьшение площадей поверхностных водных объектов.

Заключение. Анализ применения международной методики оценки динамики изменения площади связанных с водой экосистем по показателю ЦУР 6.6.1 показал, что в Республике Беларусь данный показатель будет сформирован в виде прокси-показателя, т. е. адаптирован под национальные особенности. Разработан проект национальной методики оценки динамики изменения площади связанных с водой экосистем Республики Беларусь по показателю ЦУР 6.6.1. Для мониторинга площадных изменений в пределах республики и расчета показателя будут использоваться площади таких категорий водных объектов, как реки, озера, водохранилища и пруды.

Основными источниками информации будут: данные первого цикла работ по инвентаризации поверхностных водных объектов, проведенной РУП «ЦНИИКИВР» в период 2016–2020 гг. в рамках мероприятия «Инвентаризация водных объектов (реки, озера, водохранилища, пруды, родники, ручьи)» ГП «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 гг.; данные второго цикла работ по инвентаризации водных объектов в рамках мероприятия «Инвентаризация поверхностных водных объектов (водотоки с площадью водосбора менее 30 км², водоемы с площадью водной глади менее 0,5 км²)» ГП «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 гг. и последующих циклов инвентаризации; данные земельно-информационной системы Республики Беларусь, а также данные, полученные по открытым источникам аэро- и космосъемок.

Список использованных источников

1. Повестка дня в области устойчивого развития. 17 целей для людей, для нашей планеты [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/ru/about/development-agenda/>. – Дата доступа: 20.07.2022.
2. Цели устойчивого развития в Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sdgs.by/about/>. – Дата доступа: 20.07.2022.
3. Дубенок, С. А. Имплементация показателей целей устойчивого развития, связанных с водой: опыт Республики Беларусь / С. А. Дубенок, А. Ю. Кулаков. – Минск: Четыре четверти, 2020. – 126 с.
4. Щеткина, М. А. Реализация Целей устойчивого развития в Беларуси: Повестка дня до 2030 г. / М. А. Щеткина, А. Н. Данилов // Журн. БГУ. Социология. – 2019. – № 1. – С. 4–11.
5. Дубенок, С. А. Управление водными ресурсами в контексте устойчивого развития Республики Беларусь / С. А. Дубенок, А. Ю. Кулаков // Сахаровские чтения 2020 г.: экологические проблемы XXI века: материалы 20-й междунар. науч. конф., г. Минск, 21–22 мая 2020 г.: в 2 ч. / Междунар. гос. экол. ин-т им. А. Д. Сахарова БГУ; редкол.: А. Н. Батян [и др.]; под ред. д-ра физ.-мат. наук, проф. С. А. Маскевича, канд. техн. наук, доц. М. Г. Герменчук. – Минск: ИВЦ Минфина, 2020. – Ч. 1. – С. 11–14.
6. Сводная аналитическая панель национальных показателей ЦУР Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://sdgplatform.belstat.gov.by/sites/belstatfront/index-info.html?indicator=6.6.1/>. – Дата доступа: 20.07.2022.
7. Измерение динамики изменения площади связанных с водой экосистем / Методика мониторинга достижения целей в области устойчивого развития. Показатель 6.6.1 // ООН – Окружающая среда [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.unwater.org/app/uploads/2020/04/SDG-indicator-661-methodology_Russian.pdf. – Дата доступа: 01.03.2022.
8. Водный кодекс Республики Беларусь [Электронный ресурс]: 30 апреля 2014 г., № 149-З: принят Палатой представителей 2 апр. 2014 г.: одобрен Советом Респ. 11 апр. 2014 г. // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Минск, 2018.
9. Справочник: водные объекты Республики Беларусь / Раздел 1. Реки. – Минск, 2010. – 21 с.
10. Сводная характеристика рек с площадью водосбора более 200 км² / Справ.: водные объекты Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.cricuwr.by/static/INVENT_VO/FrontPage.htm. – Дата доступа: 11.05.2022.
11. Кравцова, В. И. Программа дисциплины «Фонд космических снимков» / В. И. Кравцова, А. И. Михеева [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.geogr.msu.ru/student/programs/bac_karta/b_kart_fond_kosmichesk_snimkov.pdf. – Дата доступа: 11.04.2022.
12. Белорусский космический аппарат БКА [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://gis.by/ru/tech/bka>. – Дата доступа: 11.05.2022.
13. Спутники ДЗЗ, космические аппараты Земли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://innoter.com/sputniki/>. – Дата доступа: 11.03.2022.
14. ГИС и дистанционное зондирование. Интерпретация комбинаций каналов данных Landsat TM / ETM+ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gis-lab.info/qa/landsat-bandcomb.html>. – Дата доступа: 11.03.2022.
15. Мониторинг природной среды аэрокосмическими средствами / В. А. Малинников [и др.]. – М.: МИИГАиК. – 2008. – 145 с.

16. Земельно-информационная система Республики Беларусь. Порядок создания и ведения (Эксплуатация, обновления): ТКП 610-2017 (33520). – Введ. 10.04.19. – Минск: Белгипрозем, 2019. – 119 с.
17. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.gki.gov.by/ru/activity_branches-land-reestr/. – Дата доступа: 07.12.2021.
18. Правила и порядок выполнения аэрофотосъемочных работ для целей создания и обновления государственных топографических карт и планов: ГКНП 09-007-2010. – Введ. 16.07.2010. – Минск: БелНИЦзем, 2010. – 54 с.
19. Государственные топографические карты и планы. Порядок создания ортофотопланов: ТКП 116-2007 (03150). – Введ. 01.02.2008. – Минск: Белгеодезия, 2007. – 9 с.
20. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2016–2020 гг.: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 17 марта 2016 г., № 205 / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Доступ свободный.
21. Государственная программа «Охрана окружающей среды и устойчивое использование природных ресурсов» на 2021–2025 гг.: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 19 февр. 2021 г., № 99 / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. – Доступ свободный.

Поступила 26.08.2022