

Измерение динамики изменения площади связанных с водой экосистем

*Методика мониторинга достижения целей в области
устойчивого развития*

Показатель 6.6.1



Настоящая методика была обновлена в марте 2020 года и заменяет собой издание, опубликованное в ноябре 2018 года. Целью обновления является включение дополнительной информации во вступительный и справочный разделы. Кроме того, дополнительная информация включена в разделы, посвященные субпоказателям, что позволяет глубже понять процесс формирования лежащих в основе субпоказателей данных спутниковых наблюдений Земли.

Введение

Пресная вода, в достаточном количестве и достаточного качества, необходима для всех сфер жизни и принципиально важна для устойчивого развития. Связанные с водой экосистемы – включая озера, реки, водно-болотные угодья и грунтовые воды – снабжают водой и продуктами питания миллиарды людей, обеспечивают уникальные места обитания для многих растений и животных и защищают нас от засух и наводнений. Хотя на связанные с водой экосистемы приходится менее 1% всех запасов воды на Земле, эти системы вмещают исключительное многообразие и служат средой обитания для 40% всех видов растений и животных, в том числе большего числа видов рыб, чем обнаружено в Мировом океане (Reid et al, 2019).

Связанные с водой экосистемы обладают огромной биологической, социальной, образовательной и экономической ценностью. Они поддерживают глобальный гидрологический цикл, углеродный цикл и круговороты питательных веществ. Они обеспечивают природную очищенную пресную воду, регулируют режим водотока и экстремальные ситуации. Товары и услуги, которые обеспечивают эти экосистемы, охватывают весь спектр устойчивого развития и составляют основу деятельности целых секторов экономики, включая питьевое водоснабжение, сельское хозяйство, занятость, энергетику, судоходство, отдых и туризм. Охрана или восстановление связанных с водой экосистем, таких как водно-болотные угодья, прибрежные мангровые заросли и природные поймы водотоков, является важным природоохранным подходом к смягчению последствий, поскольку эти экосистемы действуют в качестве поглотителей углерода, впитывая выбросы парниковых газов (UN Water, 2019). Водно-болотные ресурсы и торфяники представляют собой один из основных нереализованных ресурсов для смягчения последствий изменения климата. Одни только торфяники занимают примерно 3% поверхности суши в мире, но сохраняют по меньшей мере вдвое больше углерода, чем все леса Земли, в то время как мангровые почвы содержат более 6 млрд тонн углерода и могут связывать почти в 3-4 раза больше углерода, чем их наземные аналоги (IUCN, 2017).

Хорошо функционирующие связанные с водой экосистемы и надлежащее управление водными ресурсами играют определенную роль в достижении всех 17 ЦУР. Однако существенной проблемой для эффективной охраны и восстановления связанных с водой экосистем является то, что управление этими экосистемами зачастую ориентировано на водоснабжение исключительно для потребления людьми и в производственных целях при недостаточном внимании к обеспечению целостности экологических функций и биоразнообразия видов в них. Одним из следствий становится принесение в жертву пресноводной биоты, что может в конечном счете также привести к уничтожению экосистем, необходимых для достижения тех же целей. Нигде кризис биоразнообразия не проявляется более остро, чем в пресноводных экосистемах (Albert et al, 2020). Водно-болотные угодья исчезают в 3 раза быстрее, чем леса. По оценкам, во всем мире за последние 300 лет было утрачено 87% всех водно-болотных угодий и более 50% – после 1900 года (Gardner et al, 2018).

Угрозы связанным с водой экосистемам (изменение режима водотока; утрата структурной связности; загрязнение; деградация и утрата среды обитания; перепромысел видов) определяются деятельностью людей в интересах сельского хозяйства, энергетики, урбанизации, обрабатывающей промышленности, добычи полезных ископаемых, борьбы с наводнениями и бытового водоснабжения. Принимающие решения лица должны использовать всю имеющуюся в их распоряжении информацию для лучшего понимания угроз связанным с водой экосистемам и принятия надлежащих мер по противодействию угрозам. Показатель 6.6.1 ЦУР позволяет отслеживать изменения в различных видах связанных с водой экосистем для обоснования решений, принимаемых относительно способов охраны и восстановления (задача 6.6 ЦУР), чтобы они могли и далее приносить пользу как людям, так и планете. Относящиеся к этому показателю данные призваны способствовать всем общесекторальным процессам принятия решений, которые могут влиять на количество, качество и в конечном счете экологическое здоровье пресных вод в озерах, водохранилищах, водно-болотных угодьях, мангровых зарослях, реках и грунтовых водах.

Содержание

Введение.....	2
1 СВЯЗАННЫЕ С ВОДОЙ ЭКОСИСТЕМЫ.....	5
1.1 Что такое «связанные с водой экосистемы»?.....	5
1.2 Почему связанные с водой экосистемы важны для устойчивого развития?.....	5
1.3 Связанные с водой экосистемы в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года.....	5
2 МОНИТОРИНГ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ 6.6.1	6
2.1 Потоки данных и представление глобальных данных	6
2.2 Разрабатывать, тестировать, корректировать – эволюция методики для показателя.....	6
2.3 Использование геопространственных данных для поддержки представления глобальной отчетности	7
2.4 Расшифровка показателя 6.6.1 ЦУР	7
2.4.1 Какие виды связанных с водой экосистем должны быть объектом мониторинга для показателя 6.6.1?.....	7
2.4.2 Использование геопространственных данных для мониторинга изменений в связанных с водой экосистемах	8
2.4.3 Измерение динамики изменения площади связанных с водой экосистем	9
2.4.4 Данные показателя в национальном и субнациональном масштабах	9
2.5 Как показатель увязан с задачей?.....	10
2.6 Оценка тенденций по данным субпоказателей	10
2.7 Роль национальных координаторов по показателю	11
2.8 Прогрессивный подход к мониторингу	11
Уровень 1. Данные наблюдений Земли.....	12
Уровень 2. Данные наземных измерений и моделирования	12
3 МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА	14
3.1 Измерение изменений площади поверхности озер и рек.....	14
3.1.1 Зачем измерять площадь поверхностных вод?	14
3.1.2 Описание метода, используемого для глобального картирования всех поверхностных вод	14
3.1.3 Расчет изменения площади постоянных и сезонных поверхностных вод.....	15
3.2 Измерение изменений площади поверхности водохранилищ.....	16
3.2.1 Зачем измерять площадь поверхности водохранилищ?.....	16
3.2.2 Описание метода, используемого для глобального картирования изменений площади поверхности водохранилищ	16
3.2.3 Известные ограничения и возможности для улучшения	18
3.2.4 Расчет динамики изменения площади водохранилищ с течением времени.....	18
3.3 Измерение площади водно-болотных угодий	18
3.3.1 Зачем измерять площадь водно-болотных угодий?.....	18
3.3.2 Описание метода, используемого для глобального картирования водно-болотных угодий	18

3.3.3	Расчет изменений площади водно-болотных угодий по странам	21
3.4	Измерение изменений площади мангровых зарослей	21
3.4.1	Зачем измерять площадь мангровых зарослей?	21
3.4.2	Описание метода, используемого для измерения площади мангровых зарослей.....	22
3.4.3	Расчет площади мангровых зарослей по странам.....	23
3.5	Измерение мутности и трофического состояния озер.....	23
3.5.1	Зачем измерять мутность и трофическое состояние озер?	23
3.5.2	Описание метода, используемого для составления глобальных карт площади водохранилищ .	24
3.5.3	Расчет данных о мутности и индексе трофического состояния	25
3.6	Измерение или моделирование речного стока (расхода).....	25
3.7	Измерение количества грунтовых вод в водоносных слоях	26
4	ПОРТАЛ ГЛОБАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ 6.6.1.....	28

1 СВЯЗАННЫЕ С ВОДОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

1.1 Что такое «связанные с водой экосистемы»?

Связанные с водой экосистемы являются подгруппой всех экосистем (МЕА, 2005). Они поддерживают пресноводные ресурсы мира, природные и искусственные, и включают озера и водохранилища; реки, водотоки, каналы и эстуарии, грунтовые воды; и несколько видов водно-болотных угодий, таких как топи, болота, низинные болота, торфяники, марши, падди и мангровые заросли. Связанные с водой экосистемы можно определить как «динамический комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов и неживой окружающей среды, в котором преобладающую роль играет наличие проточной или стоячей воды, взаимодействующей в качестве функциональной единицы» (МЕА, 2005; Dickens et al, 2019).

1.2 Почему связанные с водой экосистемы важны для устойчивого развития?

На пресные воды приходится 0,01% общих запасов воды на планете, а связанные с водой экосистемы покрывают всего 0,8% поверхности Земли (МЕА, 2005), и все же с учетом этих крайне незначительных процентных показателей удивительно, какой огромный спектр товаров и услуг обеспечивают связанные с водой экосистемы для возникновения и поддержания жизни на Земле. Например, связанные с водой экосистемы входят в число наиболее разнообразных в биологическом отношении сред, в которых обитают примерно 10% всех известных в мире видов. Они способствуют поддержанию глобального гидрологического цикла, углеродного цикла и круговорота питательных веществ. Они обеспечивают естественное хранение пресной воды во время засух и регулируют сток воды в случае наводнений. Они очищают воду и пополняют запасы грунтовых вод, а также обеспечивают ряд услуг, которыми мы пользуемся в своей повседневной жизни, включая водоснабжение для бытового потребления (водная безопасность), сельское хозяйство (продовольственная безопасность), энергетику, занятость, судоходство, отдых и туризм.

Та ценность, в том числе социальная, экономическая, экологическая и биологическая, которую представляют собой связанные с водой экосистемы, обязывает нас охранять этот ресурс и, в свою очередь, средства обеспечения пресной воды для общества и нашей планеты. Пресная вода является основополагающим ресурсом, необходимым для благополучия всего живого. Без эффективной защиты и управления связанные с водой экосистемы легко истощаются, деградируют или могут быть полностью утрачены. Ради устойчивого развития стран мы должны восстанавливать и охранять связанные с водой экосистемы.

1.3 Связанные с водой экосистемы в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года

Как часть экологического компонента целей в области устойчивого развития (ЦУР) связанные с водой экосистемы упоминаются в ряде задач и показателей. В [Системе глобальных показателей достижения целей и задач в области устойчивого развития, закрепленных в Повестке дня в области устойчивого развития на период до 2030 года](#), есть несколько показателей достижения ЦУР, посредством которых оценивается конкретная информация о связанных с водой экосистемах, включая показатель 6.3.2: измерение качества воды во внутренних водоемах; показатель 6.4.2: измерение нагрузки на водные ресурсы и экологического стока (попуска); и показатель 15.1.2: измерение важных с точки зрения биоразнообразия пресноводных районов, находящихся под охраной.

Помимо этих показателей достижения ЦУР есть один особый показатель, а именно показатель 6.6.1 ЦУР, который полностью посвящен измерению изменений в количестве, качестве и площади водных ресурсов в рамках различных типов связанных с водой экосистем. Показатель 6.6.1 ЦУР выглядит следующим образом: **динамика изменения площади связанных с водой экосистем**. Цель настоящего документа – обеспечить руководящие указания специалистам-практикам, намеревающимся осуществлять мониторинг и представлять официальные данные по показателю 6.6.1 ЦУР. В связи с этим содержащаяся в настоящем документе информация относится исключительно к показателю 6.6.1 ЦУР и разработана курирующим в отношении показателей официальным учреждением – Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП)¹.

¹ За показатель 6.6.1 также отвечает секретариат Рамсарской конвенции. Его методика основывается на национальной отчетности по Рамсарской конвенции и не рассматривается в настоящем документе. Национальные отчеты по Рамсарской конвенции используются для подготовки описательных отчетов по задаче 6.6.

2 МОНИТОРИНГ И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ОТЧЕТНОСТИ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ 6.6.1

2.1 Потоки данных и представление глобальных данных

В Повестке дня на период до 2030 года отмечается необходимость «надежной, добровольной, эффективной, основанной на широком участии, прозрачной и комплексной системы последующей деятельности и обзора» для мониторинга хода достижения ЦУР (United Nations, 2015). Генеральная Ассамблея поручила Статистической комиссии ООН, в которой представлены статистические ведомства из всех государств – членов ООН, разработать систему мониторинга ЦУР. Для создания системы глобальных показателей была создана Межучрежденческая и экспертная группа по показателям достижения ЦУР (МЭГ-ЦУР), в которую входят 30 стран, представляющих все регионы. МЭГ-ЦУР согласовала систему из 232 показателей достижения ЦУР, которая была позже принята Статистической комиссией ООН, Экономическим и Социальным Советом ООН (ЭКОСОС) и, наконец, Генеральной Ассамблеей ООН. Цель мониторинга достижения ЦУР заключается в формировании высококачественных, своевременных, статистически достоверных и сопоставимых данных в глобальном масштабе.

Ответственность стран за данные является одним из ключевых принципов Повестки дня на период до 2030 года в отношении осуществления, мониторинга хода достижения и последующей деятельности и обзора. Каждый показатель достижения ЦУР закреплен за тем или иным курирующим учреждением для разработки методики мониторинга и представления отчетности по соответствующему показателю. В функции курирующего учреждения входит руководство разработкой признанной на международном уровне методики и схемы системы сбора данных и представления отчетности по показателям. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) является курирующим учреждением в отношении 26 показателей ЦУР. Это предполагает в том числе роль курирующего учреждения, отвечающего за оказание поддержки странам в проведении мониторинга и представлении официальных данных по показателю 6.6.1 ЦУР.

2.2 Разрабатывать, тестировать, корректировать – эволюция методики для показателя

При разработке методики для показателя 6.6.1 ЮНЕП создала группу технических экспертов². Эта группа обеспечила материалы для разработки методики мониторинга. Первый проект методики (Уровень III) был протестирован в 2017 году и направлен всем государствам – членам ООН вместе с соответствующими материалами для укрепления потенциала. Через восемь месяцев ограниченное число государств-членов (19%) представило ЮНЕП соответствующие данные. Полученные данные были неудовлетворительными в плане качества и охвата. Страны ссылались на отсутствие данных, которые можно было бы представить, а также времени и ресурсов, для того чтобы начать проведение нового мониторинга экосистем.

После этапа глобальных испытаний и тестирования и в целях устранения известного пробела в глобальных данных для показателя методика была пересмотрена и в нее были включены данные о связанных с водой экосистемах, полученные в результате спутниковых наблюдений Земли. ЮНЕП взаимодействовала с рядом партнеров, работавших с результатами обработки глобальных данных, которые считались актуальными и пригодными для показателя. При оценке источников глобальных данных учитывались качество данных, разрешение, частота измерений, глобальный охват, динамические ряды и масштабируемость (то есть дезагрегированные данные на национальном и субнациональном уровнях). В результате была получена методика, которая является статистически надежной и обеспечивает сопоставимые на международном уровне данные, не создавая для стран чрезмерных трудностей при представлении данных. С группой технических экспертов были проведены консультации по обновленной методике, прежде чем она была представлена МЭГ-ЦУР на утверждение.

На 7-м совещании МЭГ-ЦУР в апреле 2018 года методика для показателя была утверждена и классифицирована как Уровень II. Вскоре после этого, в ноябре 2018 года, она была переклассифицирована как методика для показателя Уровня I. Классификация Уровня I означает, что показатель концептуально четко оформлен, для него имеются международно

² В состав этой группы вошли представители таких организаций, как ИВМИ, КБР, Рамсарская конвенция, ЕКА и ГСО.

признанная методика и стандарты, а данные готовятся на регулярной основе по меньше мере 50% стран и населения каждого региона, к которому применим этот показатель.

На протяжении 2019 года ЮНЕП в сотрудничестве со своими партнерами продолжала улучшать доступные на глобальном уровне наборы данных, имеющих отношение к показателю 6.6.1 ЦУР и измерению изменений, происходящих в различных видах связанных с водой экосистем. В связи с этим в марте 2020 года методика была обновлена в целях включения в нее более подробной информации о подходе, используемом для получения данных спутниковых наблюдений Земли в части субпоказателей.

2.3 Использование геопространственных данных для поддержки представления глобальной отчетности

Геопространственные данные содержат описание местоположения и взаимосвязи элементов ландшафта, таких как вода или различные типы почвенно-растительного покрова, на поверхности Земли. Такие данные имеют значительную ценность в плане содействия реализации и осуществлению Повестки дня в области устойчивого развития на период до 2030 года и ее 17 целей в области устойчивого развития (ЦУР), 169 задач и 232 показателей. По оценкам, примерно 20% показателей ЦУР могут истолковываться и измеряться либо посредством прямого использования самих геопространственных данных, либо путем их интеграции со статистическими данными. Таким образом, получение достоверных геопространственных данных стало одной из важнейших задач для государств-членов в рамках подготовки их национальных отчетов или для организаций системы ООН в целях представления глобальных данных и более широкого использования разнообразных и достоверных спутниковых данных с высоким разрешением из открытых источников.

Рабочая группа по геопространственной информации МЭГ-ЦУР сообщила, что наборы глобальных данных могут служить прочной основой для поддержки подготовки глобальных отчетов. Международные учреждения могут использовать наборы высококачественных глобальных данных для расчета показателей ЦУР и направлять дезагрегированные данные национального уровня национальным органами власти для рассмотрения и согласования (IAEG-SDG, 2019).

В целях поддержки стран в выполнении требований к мониторингу и представлению отчетности по показателю 6.6.1 ЦУР ЮНЕП в сотрудничестве с организациями-партнерами³ разработала ряд достоверных в техническом отношении и сопоставимых в международном плане наборов глобальных данных, внеся тем самым значительный вклад в дело восполнения пробела в глобальных данных об измерении динамики изменения площади связанных с водой экосистем. ЮНЕП будет периодически приглашать национальных контактных лиц для участия в консультациях в целях подтверждения правильности оценочных национальных числовых значений. Национальное контактное лицо должно рассмотреть предоставленную информацию и сообщить ЮНЕП о любых замечаниях или опасениях – как правило, в течение одного месяца (United Nations, 2018). Если за этот период не будет получено никакого ответа (после письма-напоминания), то во избежание расхождений числовые значения будут опубликованы в глобальной базе данных ЦУР и во всех тематически связанных международных публикациях.

2.4 Расшифровка показателя 6.6.1 ЦУР

Показатель 6.6.1 представляется как **динамика изменения площади связанных с водой экосистем**. Цель показателя заключается в сборе и представлении данных о площади, занимаемой связанными с водой экосистемами, и количестве и качестве содержащейся в них воды.

2.4.1 Какие виды связанных с водой экосистем должны быть объектом мониторинга для показателя 6.6.1?

Эта методика основана на мониторинге различных видов связанных с водой экосистем, включая озера, реки, водно-болотные угодья, грунтовые воды и искусственные водоемы, такие как водохранилища. Эти связанные с водой экосистемы содержат пресную воду, за исключением мангровых зарослей, которые содержат солоноватую воду (то есть сочетание пресной и соленой воды), однако мангровые заросли все же включаются в показатель 6.6.1. Водохранилища также включаются в методику расчета показателя как одна из категорий

³ В число партнеров, участвующих в получении результатов обработки данных и поддерживающих их объединение на веб-сайте sdg661.app, входят Объединенный исследовательский центр Европейской комиссии, компания «Гугл», НАСА, ДЖАКСА, Глобальная служба наблюдения за мангровыми зарослями, Университет Аберистуита, компания «Брокман консалт» и Плимутская морская лаборатория.

связанных с водой экосистем; хотя признается, что водохранилища не являются традиционными водными экосистемами, которые обязательно должны нуждаться в охране и восстановлении, во многих странах в них содержится заслуживающее внимания количество пресной воды, и в связи с этим они берутся в расчет. Предполагается, что в результате включения данных о водохранилищах страны смогут лучше понять изменения, происходящие с искусственными водоемами, во взаимосвязи с изменениями, происходящими с природными водоемами.

Экосистемами, которые *не включены* в показатель 6.6.1, являются коралловые рифы и водоросли, которые охвачены целью 14 (океаны); и горы, леса и засушливые земли, которые охвачены целью 15 (суша).

Такой вид экосистемы, как водно-болотные угодья, представляется совокупностью нескольких видов водно-болотных угодий, включая топи, болота, низинные болота, торфяники, марши и пади. Мангровые заросли также являются одним из видов водно-болотных экосистем (прибрежные водно-болотные угодья), и в настоящее время на портале данных sdg661 доступны глобальные данные о площади мангровых зарослей по странам. Вследствие этого данные о мангровых зарослях представляются отдельно, и следует надеяться, что этот отдельный набор данных позволит принимать решения по конкретным экосистемам, ориентированные на охрану и восстановление мангровых зарослей. Соответственно, в настоящей методике водно-болотные угодья и мангровые заросли рассматриваются отдельно друг от друга. Ожидается, что в предстоящие годы в результате развития спутниковых технологий и технологий формирования данных станет возможной дальнейшая дезагрегация с выделением других типов водно-болотных угодий.

Измерение каждой из связанных с водой экосистем, включенных в показатель 6.6.1, может производиться с использованием одного или нескольких из следующих физических параметров изменений: площадь, количество (или объем) воды и качество воды. Для того чтобы лица, принимающие решения, лучше понимали подлинный масштаб изменений в экосистемах, полезно собирать данные отдельно по каждому из этих параметров, хотя это может оказаться недостижимым для всех государств-членов, и поэтому предлагается прогрессивный подход к мониторингу (см. раздел 2.9).

2.4.2 Использование геопространственных данных для мониторинга изменений в связанных с водой экосистемах

Вокруг планеты Земля постоянно вращается множество спутников, которые наблюдают за ней и собирают данные измерений, с помощью которых можно выявить различные виды земного покрова, такие как снег, обнаженная порода, растительность и вода. Каждый вид земного покрова отражает свет с различной длиной волны. Для любого отдельного места на Земле тысячи изображений могут быть объединены в целях определения типа земного покрова. Каждое место на Земле отображается на карте таким образом, и с помощью технологий обработки и визуализации данных становится возможным понять, как различные виды земного покрова меняются со временем в том или ином конкретном месте.

В целях поддержки государств – членов ООН в проведении мониторинга изменений различных видов связанных с водой экосистем полученные со спутников пространственные и временные данные используются для измерения изменений в постоянных водоемах, сезонных водоемах, водохранилищах, водно-болотных угодьях, мангровых зарослях, а также для получения данных о трофическом состоянии и мутности основных водных объектов. Спутниковые снимки могут быть представлены в виде цифровых данных, которые, в свою очередь, агрегируются в значимые административные районы, такие как национальные, субнациональные (например, регионы и провинции), и границы речных бассейнов. Результаты обработки глобальных данных по рекам и грунтовым водам еще не получены с таким полезным пространственным и временным разрешением, чтобы быть включенными в эту методику для показателя 6.6.1 ЦУР. В настоящее время эти данные должны по-прежнему предоставляться на основе моделирования или наземных измерений.

Данные о постоянных водоемах, сезонных водоемах, водохранилищах, водно-болотных угодьях, мангровых зарослях, а также о качестве озерной воды доступны для стран в целях просмотра и загрузки на портале данных по показателю 6.6.1 ЦУР (www.sdg661.app). На этом веб-сайте данные представлены для пользователей в визуальном отображении на геопространственных картах с сопроводительными числовыми статистическими данными в виде информационной графики. Страны могут в любое время получить доступ к своим национальным и субнациональным статистическим данным, посетив портал данных sdg661. ЮНЕП будет также периодически направлять государствам – членам ООН их национальные

статистические данные, а национальные координационные центры, отвечающие за показатель 6.6.1, будут являться получателями этих информационных сообщений от ЮНЕП. Хотя карты и статистические данные были подготовлены для поддержки государств – членов ООН в мониторинге и отчетности по показателю 6.6.1 ЦУР, главная цель заключается в том, чтобы страны использовали эту информацию для совершенствования процесса принятия решений на основе фактических данных и активизации действий по охране и восстановлению связанных с водой экосистем. Всем соответствующим специалистам-практикам и лицам, принимающим решения, например тем, кто работает в секторах, связанных с водоснабжением, окружающей средой, климатом, энергетикой, сельским хозяйством, лесным хозяйством, рекомендуется получить доступ к этим данным и использовать их.

2.4.3 Измерение динамики изменения площади связанных с водой экосистем

Показатель 6.6.1 ЦУР предназначен для отслеживания более долгосрочных тенденций изменения площади экосистем (то есть за ряд лет), а не краткосрочных колебаний. Поэтому на портале данных sdg661 представлена статистическая информация по каждому виду связанных с водой экосистем, показывающая степень ее изменения с течением времени⁴. Связанные с водой экосистемы (озера, реки, водно-болотные угодья) могут занимать большие площади, их число может быть велико, а доступ ко всем их частям может быть затруднен. Для точного измерения динамики изменения количества, качества воды и площади может потребоваться большое число пунктов сбора данных на местах. В этом контексте использование источников спутниковых данных для измерения связанных с водой экосистем может принести существенную пользу. Наблюдение за водными ресурсами из космоса нередко осуществляется с помощью спутниковых снимков, при этом спутники могут производить съемку всего мира каждые семь дней и делать снимки с разрешением на площади до 10-30 метров. Для статистического представления масштабов изменения площади того или иного вида экосистемы в один период времени по сравнению с другим необходимо сначала определить базовый (или исходный) период, по отношению к которому затем будет измеряться «изменение».

Не во всех представленных на веб-сайте sdg661 рядах данных используется один и тот же базовый период. Это объясняется наличием результатов наблюдений, полученных разными спутниками. Некоторые спутники, такие как американские спутники Ландсат (НАСА), находятся на орбите Земли с начала 1970-х годов. Эти спутники позволили с этого времени измерять изменения площади открытых водоемов (то есть озер), хотя на раннем этапе снимки были более низкого качества, что снижало достоверность результатов. Позже на орбиту Земли были выведены новые спутники, например европейские спутники Сентинел и несколько японских спутников, что позволяет получать снимки и данные о других видах связанных с водой экосистем и параметрах (например, о мангровых зарослях, водно-болотных угодьях и качестве воды). В зависимости от того, когда спутники впервые начали собирать данные, в рамках показателя 6.6.1 используются те или иные базовые периоды для различных видов связанных с водой экосистем.

2.4.4 Данные показателя в национальном и субнациональном масштабах

Помимо того что ряды данных о различных видах связанных с водой экосистем содержат разные по времени данные, они доступны в разных пространственных масштабах, включая национальный, субнациональный масштабы и масштаб речного бассейна. Для отображения национальных статистических данных используется [Система глобальных картографических слоев по административному делению \(ГАУЛ\)](#). Разработанная Продовольственной и сельскохозяйственной организацией Объединенных Наций (ФАО) система ГАУЛ предназначена для сбора и распространения наиболее достоверной пространственной информации о единицах административного деления в отношении всех стран мира.

Помимо системы ГАУЛ, данные на портале данных sdg661 представлены в масштабе бассейнов с использованием карты [«Гидробассейны»](#) (HydroBASINS). Карта «Гидробассейны», разработанная по заказу Всемирного фонда дикой природы (США) (ВФП), отображает границы водосборных площадей в масштабе бассейнов и суббассейнов во всем мире.

Целью представления субнациональных статистических данных на портале данных sdg661 является содействие процессу принятия решений в отношении связанных с водой экосистем на

⁴ За исключением континентальных водно-болотных угодий в настоящее время (2020 год), по которым сейчас подготавливаются ряды исходных данных (2017-2019 годы), но еще нет никакой статистики изменений. Первым годом, за который будут показаны изменения по сравнению с этими исходными данными, станет 2020 год, а данные будут доступны в 2021 году.

субнациональном уровне. Решения, относящиеся к тому или иному конкретному водоему (например, к озеру), могут зачастую приниматься органами власти субнационального уровня. Поэтому в целях побуждения к принятию как на национальном, так и на субнациональном уровне решений в интересах охраны и восстановления связанных с водой экосистем данные предоставляются на национальном и субнациональном уровнях. Важно отметить, что для целей глобальной отчетности представляются национальные статистические данные в разбивке по видам экосистем.

Дополнительным преимуществом сбора данных по показателю 6.6.1 с использованием карты «Гидробассейны» является возможность решения задач регионального и трансграничного уровней. На находящиеся в двух или нескольких странах водоносные слои, озера и речные бассейны приходится, по оценкам, 60% глобального стока пресных вод, и на соответствующих территориях проживает более 40% населения мира, что подчеркивает важность сотрудничества между прибрежными государствами в интересах выполнения задачи 6.6.

2.5 Как показатель увязан с задачей?

Показатель 6.6.1 является единственным показателем для измерения хода выполнения задачи 6.6. В своей нынешней формулировке задача 6.6 гласит: к 2020 году обеспечить охрану и восстановление связанных с водой экосистем, в том числе гор, лесов, водно-болотных угодий, рек, водоносных слоев и озер. Указание на 2020 год было включено в целях приведения в соответствие Повестки дня в области устойчивого развития с более ранними обязательствами по Конвенции о биологическом разнообразии, в частности с Айтинскими задачами, которые являются частью Стратегического плана по биоразнообразию на 2011-2020 годы (CBD, 2010). Формулировка задачи пересматривается в 2020 году, при этом в качестве новой даты будет указан 2030 год в целях увязывания со структурой ЦУР.

В формулировке задачи используется термин «обеспечить охрану». В контексте цели 6 это относится к охране экосистем для обеспечения того, чтобы они и далее предоставляли обществу ценные экосистемные услуги, в частности в том, что касается рационального использования водных ресурсов и санитарии (Dickens et al, 2017). Ценность экосистем в рамках структуры ЦУР во многом определяется с точки зрения услуг, которые они предоставляют человеческому обществу. В связи с этим определяющие политику и принимающие решения лица, которые намерены обеспечить устойчивость услуг, получаемых людьми от озер, рек, водно-болотных угодий и грунтовых вод, нуждаются в данных о функциональном состоянии этих экосистем и о том, изменяется ли это функциональное состояние со временем. Для получения такой информации необходимо отслеживать изменение количества воды (измеряемого в соответствии с изменениями площади и объема) и/или изменения качества воды. Показатель не позволяет измерить, какая часть той или иной экосистемы охраняется, например, с помощью национальных или международных систем обозначения в отношении охраны. Вместо этого sdg6b1 позволяет лицам, принимающим решение, управлять статусом охраны посредством документирования изменений физических и химических параметров, дающих описание связанных с водой экосистем. Таким образом, данный показатель предназначен для сбора физической и биологической информации о площади, количестве и качестве воды в связанных с водой экосистемах.

Методика мониторинга показателя не предусматривает в своем нынешнем виде сбор данных о биологическом здоровье пресноводных экосистем, несмотря на признание важности таких данных. Это объясняется тем, что мониторинг здоровья экосистемы зависит от контекста, а наиболее подходящие методы основываются на местных экологических условиях и включают местное пресноводное биоразнообразие. Однако странам настоятельно рекомендуется осуществлять мониторинг здоровья экосистем, если у них есть для этого возможности. Страны могут стремиться использовать полученные по каждому субпоказателю данные, которые могут использоваться в сочетании с данными, полученными в странах на местах, такими как биопоказатели, для определения состояния здоровья связанных с водой экосистем. Этот дополнительный показатель способствовал бы принятию более обоснованных решений в интересах охраны и восстановления связанных с водой экосистем.

2.6 Оценка тенденций по данным субпоказателей

Измерение данных по видам экосистем позволяет принимать ценные решения на уровне экосистем. Кроме того, оценка и сравнение комплекса изменений в нескольких видах экосистем позволяют принимать решения в интересах охраны и восстановления ряда экосистем в том или ином районе. Например, данные по конкретному речному бассейну могут указывать на то, что площадь природных водоемов (то есть озер) уменьшается, а площадь искусственных водоемов (то есть водохранилищ) увеличивается. Получив несколько взаимосвязанных наборов

данных в пределах границ той или иной водосборной площади, лица, принимающие решения, могут лучше разобраться в причинах и последствиях изменений в масштабах экосистем. Оценка тенденций по данным всех субпоказателей может дать более полную картину и привести к решениям в области политики и планирования, способствующим улучшению здоровья экосистем или способности экосистем поддерживать свою структуру и функцию с течением времени в условиях давления извне.

2.7 Роль национальных координаторов по показателю

Национальные координаторы по показателю играют крайне важную роль в процессах обмена данными, выступая в качестве единой «точки входа» для курирующих учреждений в целях вовлечения государств-членов в процесс контроля за показателями и представления по ним отчетности. Единый координационный центр в каждой стране способствует бесперебойному обмену сообщениями, сбору данных, проверке достоверности и представлению отчетности, а также распространению материалов по созданию потенциала и учебных материалов. Таким национальным координатором по показателю (также называемым техническим координационным центром) применительно к показателю 6.6.1 обычно может быть назначенное государственное должностное лицо из соответствующего государственного учреждения, такого как министерство или департамент, на которое возложена ответственность за управление водными ресурсами и/или национальную экологическую статистику. В более долгосрочной перспективе национальные координаторы по показателю могут способствовать повышению ответственности и освоению данных по показателю в рамках национальной/субнациональной политики и процессов планирования, имеющих отношение к охране и рациональному использованию связанных с водой экосистем.

2.8 Прогрессивный подход к мониторингу

Повестка дня на период до 2030 года представляет собой процесс, осуществляемый под руководством и при участии стран, и данная методика основана на таком подходе, при котором на страны возлагается ответственность за мониторинг и представление данных по всем показателям ЦУР. Все глобальные данные должны иметь национальную принадлежность и утверждаться на национальном уровне в соответствии с задачей Повестки дня на период до 2030 года. Признавая наличие пробелов в глобальных данных, касающихся имеющихся на национальном уровне данных о связанных с водой экосистемах, в настоящей методике используются глобально доступные данные для совершенствования наземных измерений. Это дает непосредственное преимущество, восполняя пробелы в глобальных данных и способствуя более быстрому продвижению к выполнению задачи 6.6. Такой подход также принят в рамках других методик, таких как методика в отношении показателя 15.3.1.

В настоящей методике применяется прогрессивный подход к мониторингу, что означает возможность для стран извлекать пользу из наличия результатов обработки глобальных данных о связанных с водой экосистемах, а также (при наличии данных и потенциала) использовать полученные на национальном уровне данные для дополнения и повышения базового уровня отчетности по показателю 6.6.1. Соответственно, этот подход способствует различным уровням устремлений. Прогрессивный подход к мониторингу выгоден, поскольку приоритет отдается тем компонентам показателя, по которым широко доступны высококачественные данные, в результате чего снижается связанная с представлением отчетности нагрузка на страны, а усилия по мониторингу направляются в основном на утверждение существующих данных и формирование ограниченного объема новых данных. Эти целенаправленные усилия по мониторингу будут подкрепляться наращиванием потенциала, технологическим прогрессом и улучшением обмена данными в рамках международного сообщества.

Прогрессивный подход к мониторингу строится на двух уровнях устремлений. Как минимум все страны эффективно используют базовый уровень данных (Уровень 1), которые формируются с применением глобально доступных, точных и регулярно обновляемых данных, получаемых из спутниковых источников. Эти данные находятся в свободном доступе и могут загружаться на портале данных [sdg661](https://data.sdg661.org/), который позволяет странам оценивать изменения площади зеркала природных постоянных и сезонных поверхностных водных объектов (озер и рек); изменения площади искусственных водоемов (водохранилищ); изменения площади водно-болотных угодий и мангровых зарослей, а также изменения трофического состояния и мутности более крупных водных объектов. В тех случаях, когда имеются потенциал и данные, странам следует стремиться к увеличению этой базы существующих данных с помощью полученных на национальном уровне данных (Уровень 2) о стоке рек и объемах грунтовых вод. В таблице ниже представлены в общем виде составные части полученных в результате

наблюдений Земли базовых данных Уровня 1 и полученных на национальном уровне данных Уровня 2.

Уровень 1. Данные наблюдений Земли		
<i>Экосистема</i>	<i>Единица</i>	<i>Характерные особенности</i>
Озера и реки	Площадь поверхности	годовые и многолетние изменения площади постоянных вод (1984 год – настоящее время) статистические данные о новых и утраченных постоянных водах (2000-2019 годы) статистические данные, агрегированные в национальном, субнациональном масштабе и в масштабе бассейнов
Озера и реки	Площадь поверхности	годовые и многолетние изменения площади сезонных вод (1984 год – настоящее время) статистические данные о новых и утраченных сезонных водах (2000-2019 годы) годовая статистика сезонности за периоды: 0-1, 3-6, 7-11 месяцев статистические данные, агрегированные в национальном, субнациональном масштабе и в масштабе бассейнов
Водохранилища	Площадь поверхности	годовые и многолетние изменения площади поверхности водохранилищ (1984 год – настоящее время) статистические данные о новой и утраченной площади водохранилищ (2000-2019 годы) статистические данные, агрегированные в национальном, субнациональном масштабе и в масштабе бассейнов
Мангровые заросли	Площадь поверхности	годовые и многолетние изменения площади мангровых зарослей (2000-2016 годы) статистические данные, агрегированные в национальном, субнациональном масштабе и в масштабе бассейнов
Водно-болотные угодья	Площадь поверхности	площадь водно-болотных угодий (исходная площадь на основе данных за 2016-2018 годы) статистические данные, агрегированные в национальном, субнациональном масштабе и в масштабе бассейнов изменения площади водно-болотных угодий будут включаться с 2021/22 года
Озера	Качество воды	ежемесячные, годовые и многолетние данные измерения трофического состояния и мутности 4200 озер на глобальном уровне (с разрешением 300 м)
Уровень 2. Данные наземных измерений и моделирования		
<i>Экосистема</i>	<i>Единица</i>	<i>Характерные особенности</i>
Реки	Сток	моделируемый природный сток/расход потока измерения расхода потока/речного стока на месте, агрегированные по времени, по всем крупным рекам
Грунтовые воды	Уровень	изменения данных измерения объема с течением времени всех основных грунтовых водоносных слоев

Таблица 1. Данные, определяемые спутниковыми и наземными измерениями

В основу разработки настоящей методики, в том что касается способов формирования данных, их источников и пространственного и временного разрешения данных, положена информация, полученная от учрежденных межправительственных групп экспертов, таких как Группа по наблюдениям за Землей (ГЕО) и Группа по управлению глобальной геопространственной информацией, состоящих из государств – членов Организации Объединенных Наций и работающих в партнерстве с национальными статистическими службами (НСС) и международными учреждениями. Все данные подлежат утверждению национальными органами власти. Страны, возможно, пожелают представить свои собственные данные спутниковых наблюдений Земли в целях формирования данных более высокого разрешения. Такие данные могут использоваться для официальной отчетности по показателю ЦУР, если в процессе формирования данных используется тот же методологический подход к формированию национальных статистических данных, который применяется в настоящей методике расчета показателя и разъясняется в таблицах метаданных, включая категоризацию видов связанных с водой экосистем и базовые периоды данных, в целях обеспечения международной сопоставимости данных и статистической достоверности.

3 МЕТОДИКА МОНИТОРИНГА

Данные Уровня 1

Для подготовки каждого из наборов глобальных данных субпоказателей, доступных на портале данных sdg661, применяются разные методики. В этом разделе содержится краткое изложение этих разных методик. Методологические спецификации более технического характера доступны на портале данных sdg661. В подразделах ниже также приводятся ссылки на любые соответствующие технические публикации.

Подготавливаются два отдельных набора данных о поверхностных водах. Один – по природным поверхностным водам, а второй – по искусственным поверхностным водам (то есть водохранилищам). Разграничение между природными и искусственными поверхностными водами проводится для более четкого определения изменений природных поверхностных вод. Методика для природных поверхностных вод представлена в общих чертах в разделе 3.1, а для искусственных поверхностных вод – в разделе 3.2.

3.1 Измерение изменений площади поверхности озер и рек

3.1.1 Зачем измерять площадь поверхностных вод?

Пресная вода в наших озерах, реках, водно-болотных угодьях и грунтовых водах в совокупности составляет менее 0,01% общих водных запасов Земли [96,5% приходится на океаны и моря, а остальная часть – на ледяные шапки, ледники, лед и снег, грунтовые воды в почве, биологические клетки (включая нас!) и атмосферу]. Именно поверхностные воды наиболее доступны и влияют на многие аспекты нашего мира. Они влияют на теплообмен, газообмен и обмен водяным паром между поверхностью планеты и атмосферой. Вода является движущей силой распределения, перемещения и миграции растительного и животного мира Земли и столь же необходима людям. Она влияет на нашу способность выращивать сельскохозяйственные культуры и управлять пастбищами для выпаса животных, вести нашу промышленную деятельность, производить товары; она воздействует на перемещение переносчиков болезней, токсичных и загрязняющих веществ, она генерирует энергию непосредственно (гидроэлектроэнергия) и опосредованно (теплоэлектроэнергия), она является неотъемлемой частью нашей транспортной сети и неразрывно связана с нашим отдыхом, культурой и спортом.

3.1.2 Описание метода, используемого для глобального картирования всех поверхностных вод

Данные о пространственной и временной динамике природных поверхностных вод формируются для всего земного шара. Набор данных фиксирует площадь постоянных и сезонных поверхностных вод. Все природные поверхностные водные объекты площадью более 30 × 30 метров картированы, и при этом пространственном разрешении 30 × 30 метров на пиксель спутниковые снимки главным образом фиксируют площадь озер и широких рек. Данные включают участки суши, которые временно затапливаются, такие как водно-болотные угодья и рисовые чеки. Реки и водоемы меньшего размера не фиксируются, поскольку они слишком узки, чтобы быть обнаруженными, или скрыты лесным пологом. Данные включают отдельные снимки с полным разрешением, полученные спутниками Ландсат-5, -7 и -8 и Сентинел-1. Эти спутники получают снимки, которые распространяются публично Геологической службой Соединенных Штатов и космической программой «Коперник» Европейского союза. Вместе они обеспечивают многоспектральные снимки с разрешением 30 × 30 метров в шести каналах в видимом, ближнем и коротковолновом инфракрасных диапазонах плюс тепловые снимки с разрешением 60 × 60 метров.

Данные включают участки поверхности земли, которые находятся под водой (например, постоянный водный объект) в течение 12 месяцев в году. Они также отражают сезонные и климатические колебания состояния вод, а это означает, что фиксируются озера и реки, которые замерзают на некоторое время в течение года. Участки многолетнего льда, такие как ледники и ледяные шапки, а также участки суши с многолетним снежным покровом не включаются. Участки с устойчивым облачным покровом препятствуют наблюдению за водной поверхностью в некоторых районах, и в этих ограниченных участках местности оптические наблюдения могут быть недоступными. На данные была наложена глобальная маска береговой линии, чтобы не допустить включения океанской воды в статистику пресных вод, а методика формирования этой маски береговой линии опубликована в «Журнале океанографии» (Journal of Operational Oceanography), доступном [здесь](#) (Sayer et al., 2019).

Точность карты глобальных поверхностных вод была определена с использованием более чем 40 000 контрольных пунктов во всем мире и на протяжении 36 лет. Методика и результаты полной проверки опубликованы в научном журнале «Нэйче» (Nature), который доступен [здесь](#) (Pekel et al., 2016). Результаты проверки показывают, что экспертная система обнаружения воды выдавала менее 1% ложных обнаружений воды и не обнаруживала менее 5% водных поверхностей. Представленные карты получены в результате анализа более чем 4 млн снимков, собранных за 36 лет, которые обрабатывались индивидуально с использованием точного экспертного системного классификатора.

На портале данных sdg661 фиксируются различные переходы воды в отношении постоянных и сезонных поверхностных вод – они представляют собой изменения состояния воды в период между двумя точками во времени (например, 2000-2019 годы). Имеются данные о различных переходах, включая новые постоянные водные поверхности (то есть преобразование безводного пространства в постоянное водное пространство); утраченные постоянные водные поверхности (то есть преобразование постоянного водного пространства в безводное), а также новые и утраченные сезонные воды. В последнем случае могут собираться данные о ежемесячном присутствии или отсутствии воды. Можно установить конкретные месяцы/годы, в которые условия изменились, например дату поступления данных о новой плотине или месяц/год исчезновения того или иного озера. Кроме того, представляются данные о сезонности, отражающие изменения, вызванные внутригодовой и межгодовой изменчивостью или являющиеся результатом появления или исчезновения сезонных или постоянных водных поверхностей. В данных «постоянные» водные объекты (те, которые присутствуют в течение всего периода наблюдений [условно один год]) отделяются от «сезонных» (тех, которые присутствуют в течение только части года).

3.1.3 Расчет изменения площади постоянных и сезонных поверхностных вод

Данные о динамике поверхностных вод имеются за 36-летний период, начиная с 1984 года. Ежегодно в этот временной ряд добавляются новые годовые данные. В целях подготовки национальной статистики для мониторинга показателя 6.6.1 используются годовые данные с 2000 года, которые включают все годовые данные вплоть до настоящего времени.

Для расчета процентного изменения площади озер и рек с использованием набора данных за 2000-2019 годы сначала определяется базовый период, по отношению к которому измеряется изменение. В настоящей методике в качестве пятилетнего базового периода используется период 2000-2004 годов. После усреднения данных всех наблюдений Земли по годам и за пятилетний период базовый период сравнивается с последующим пятилетним целевым периодом 2015-2019 годов. На основе сравнения базового и целевого периодов рассчитывается процентное изменение площади с использованием следующей формулы:

$$\text{Процентное изменение площади} = \frac{(\beta - \gamma)}{\beta} \times 100,$$

где β – средняя национальная площадь в период 2000-2004 годов;

γ – средняя национальная площадь в любой другой последующий пятилетний период.

При использовании этой формулы получаемое значение процентных изменений может быть либо положительным, либо отрицательным, что служит указанием на то, каким образом изменяется площадь. На портале данных sdg661 статистические данные отображаются с использованием как положительных, так и отрицательных знаков. Статистические данные истолковываются так, что, если значение показано как положительное, статистические данные представляют увеличение площади, а в случае если значение показано как отрицательное, то они представляют утрату площади.

Использование терминов «положительный» и «отрицательный» не означает положительного или отрицательного состояния связанных с водой экосистем, которые являются объектом мониторинга. Увеличение или уменьшение площади поверхностных вод может носить благоприятный или неблагоприятный характер. Итоговое воздействие увеличения или уменьшения площади поверхности должно оцениваться с учетом местных условий. Полученные статистические данные о процентном изменении показывают, насколько меняется со временем общая площадь озер, рек в определенных пределах (например, в национальном масштабе). Статистические данные о процентных изменениях, агрегированные в национальном масштабе, следует истолковывать с определенной осторожностью, поскольку эти данные отражают площадь всех озер и рек в пределах границ той или иной страны. По этой причине также предоставляются субнациональные статистические данные, в том числе в масштабе

бассейнов и суббассейнов. Статистические данные, полученные в этих меньших масштабах, отражают изменения площади меньшего числа озер и рек в пределах бассейна или части бассейна, что позволяет принимать решения в отношении конкретных водных объектов с учетом местных условий.

3.2 Измерение изменений площади поверхности водохранилищ

3.2.1 Зачем измерять площадь поверхности водохранилищ?

Водохранилища являются искусственными (созданными человеком) пресноводными объектами в отличие от озер, которые имеют природное происхождение. Водохранилища включаются в методику расчета в рамках показателя 6.6.1 ЦУР как один из видов связанных с водой экосистем по двум причинам. Во-первых, с учетом их вклада в предоставление связанных с водой услуг большому числу людей, включая бытовое водоснабжение; ирригацию; выработку электроэнергии; регулирование паводков; и отдых. Во-вторых, чтобы изменения в одном наборе данных не маскировали изменения в другом наборе, полезно отделять природные поверхностные воды от вод в водохранилищах. Поэтому производится отдельный набор данных о динамике изменений водохранилищ. В контексте задачи 6.6 ЦУР, которая предусматривает обеспечение охраны и восстановления связанных с водой экосистем, важно подчеркнуть, что, хотя водохранилища обеспечивают ценные связанные с водой услуги для населения, также широко признается, что водохранилища отрицательно воздействуют на взаимосвязь природных пресноводных систем и считаются непосредственной причиной значительных потерь пресноводного биологического разнообразия.

3.2.2 Описание метода, используемого для глобального картирования изменений площади поверхности водохранилищ

Объединенным исследовательским центром Европейской комиссии был создан набор глобальных данных о динамике изменений водохранилищ. Набор данных фиксирует долгосрочную (с 1984 года) динамику изменения площади 8869 водохранилищ с разрешением 30×30 метров на пиксель. Набор данных о водохранилищах представляет данные о площади поверхности искусственных водоемов, включая водохранилища, созданные с помощью плотин, затопленные зоны, такие как разрезы и карьеры, и водоемы, созданные в результате гидротехнических проектов, таких как строительство водных путей и портов. На карте ниже показаны водохранилища в период, когда они занимают максимальную площадь. Набор данных будет постепенно дополняться и постоянно обновляться с учетом вновь построенных водохранилищ.



Рис. 1. Глобальная карта всех водохранилищ

Каждое водохранилище документально оформляется как отдельный объект с присвоением ему уникального идентификатора. Например, на рис. 2 показано водохранилище на Сардинии, Италия, на фоне безоблачного составного изображения в истинном цвете со спутника Сентинел-2.

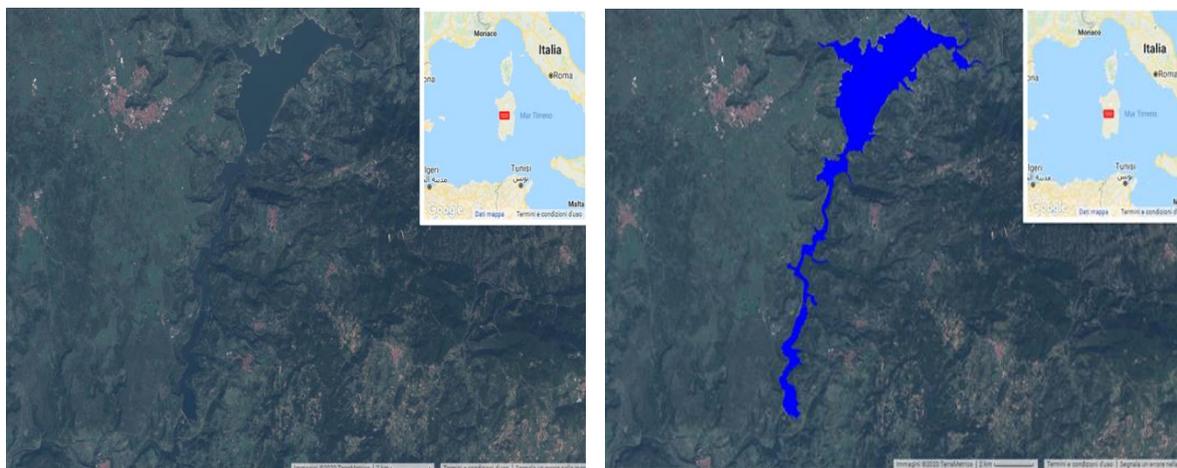


Рис. 2. Визуальное отображение водохранилища на Сардинии, Италия (слева); кроме того, с помощью синей маски показана максимальная площадь поверхности того же водохранилища (справа)

Набор данных о водохранилищах получен из набора данных «Средство просмотра глобальных поверхностных вод», к которым применен экспертный системный классификатор, разработанный в целях разделения природных и искусственных водоемов. Экспертный системный классификатор является непараметрическим с учетом неопределенности данных и в целях использования в процессе классификации специальных знаний в области интерпретации изображений, и в нем используется несколько источников данных. Экспертная система была разработана в целях разграничения природных и искусственных водоемов с использованием подхода на основе рассуждений по очевидности, географического местоположения и поведения каждого пикселя во времени и обеспечивается перечисленными ниже наборами данных.

Средство просмотра глобальных поверхностных вод (Pekel et al., 2016). Это набор данных, который отображает на картах местоположение и долгосрочное (с 1984 года) временное распределение водных поверхностей в глобальном масштабе. Карты показывают различные аспекты динамики изменений поверхностных вод и фиксируют, где и когда на поверхности Земли присутствует открытая вода. Карты включают природные (реки, озера, прибрежные полосы и водно-болотные угодья) и искусственные водные объекты (водохранилища, созданные с помощью плотин, затопленные зоны, такие как разрезы и карьеры, зоны орошения затоплением, такие как рисовые чеки, и водоемы, созданные в результате гидротехнических проектов, таких как строительство водных путей и портов). Полная история любой водной поверхности может быть доступна в масштабе пикселя в виде временного профиля. Эти профили позволяют определить конкретные месяцы или годы, в которые изменялись условия, например дату появления новой плотины либо месяц или год, в который исчезло то или иное озеро. Набор данных «Средство просмотра глобальных поверхностных вод» постоянно обновляется, обеспечивая бесперебойный глобальный мониторинг открытых водоемов.

Глобальная база данных о водохранилищах и плотинах (Lehner et al, 2011). Глобальная база данных о водохранилищах и плотинах версии v1.3 является результатом международных усилий по созданию набора данных о существующих плотинах и водохранилищах в целях обеспечения наличия единой, географически точной и достоверной базы данных для научного сообщества. Начальная версия Глобальной базы данных о водохранилищах и плотинах (v1.1) содержит 6862 записи о водохранилищах. В последней версии (v1.3) по сравнению с версией v1.1 добавлено еще 458 водохранилищ и соответствующих плотин, в результате чего общее число записей достигло 7320.

Глобальная цифровая модель поверхности. ALOS World 3D – 30m представляет собой набор данных глобальной цифровой модели поверхности с горизонтальным разрешением примерно 30 метров (ячейка сетки – 1 угловая секунда). Набор данных основан на наборе данных цифровой модели поверхности (версия с 5-метровой ячейкой сетки) цифровой модели рельефа World 3D Topographic Data. Дополнительные сведения доступны в документации набора данных [здесь](#).

Цифровые данные высоты (Farr et al, 2004). Набор данных «Shuttle Radar Topography Mission» (SRTM, см. Farr et al. 2007) представляет собой набор данных о высоте с разрешением 30 метров, обеспечиваемый ЛРД НАСА с разрешением 1 угловая секунда.

3.2.3 Известные ограничения и возможности для улучшения

У нынешней версии набора данных о глобальной динамике изменений водохранилищ есть следующие известные ограничения:

- могут отсутствовать некоторые водохранилища, построенные до 1984 года;
- могут отсутствовать водохранилища площадью менее 3 гектаров (30 000 м²);
- могут отсутствовать рукава водохранилищ шириной менее 30 метров.

3.2.4 Расчет динамики изменения площади водохранилищ с течением времени

Данные о динамике площади водохранилищ имеются за 36-летний период 1984-2019 годов. Ежегодно поступают новые годовые данные, которые включаются в этот временной ряд. В целях получения национальных статистических данных для мониторинга показателя 6.6.1 используются годовые данные с 2000 года, которые включают все годовые данные до настоящего времени.

Для расчета процентных изменений площади водохранилищ с использованием набора данных за 2000-2019 годы сначала определяется базовый период, по отношению к которому измеряется изменение. В настоящей методике в качестве пятилетнего базового периода используется период 2000-2004 годов. После усреднения данных всех наблюдений Земли по годам и за пятилетний период базовый период сравнивается с последующим пятилетним целевым периодом 2015-2019 годов. На основе сравнения базового и целевого периодов рассчитывается процентное изменение площади с использованием следующей формулы:

$$\text{Процентное изменение площади} = \frac{(\beta - \gamma)}{\beta} \times 100,$$

где β – средняя национальная площадь в период 2000-2004 годов;

γ – средняя национальная площадь в любой другой последующий пятилетний период.

3.3 Измерение площади водно-болотных угодий

3.3.1 Зачем измерять площадь водно-болотных угодий?

Свыше 1 миллиарда человек полностью зависят от услуг, обеспечиваемых водно-болотными экосистемами, такими как топи, болота, низинные болота, торфяники, марши и падди. Здоровые и функционирующие природные водно-болотные угодья неразрывно связаны со средствами существования людей, их благополучием и устойчивым развитием. Однако водно-болотным угодьям угрожают серьезные опасности, порождаемые переустройством в целях коммерческого освоения и ведением сельского хозяйства, переловом рыбы, туризмом, загрязнением и изменением климата. Существует острая необходимость в укреплении и усилении национальной политики и правовой базы для оказания содействия странам в охране и восстановлении крайне важных водно-болотных экосистем. Предпринимавшиеся в прошлом усилия, однако, сдерживались отсутствием данных о местоположении, видах и размерах водно-болотных ресурсов. Этот вид данных и информации жизненно важен для измерения действенности политики, юридических и регуляторных механизмов и необходим для отслеживания хода достижения ЦУР. Несмотря на важность водно-болотных угодий и в отличие от других крайне важных экосистем (например, лесов, мангровых зарослей и внутренних водоемов), площадь и динамика изменений водно-болотных экосистем до настоящего времени в недостаточной степени определялись, характеризовались и моделировались.

3.3.2 Описание метода, используемого для глобального картирования водно-болотных угодий

Внутренние водно-болотные угодья, имеющие растительность, картируются в соответствии со следующим определением: «Внутренние водно-болотные угодья, имеющие растительность, включают участки маршей, торфяников, топей, болот и низовых болот, покрытых растительностью части пойм, а также рисовые чеки и используемые в сельскохозяйственных целях пойменные земли». Этот субпоказатель предназначен для измерения только внутренних водно-болотных угодий, имеющих растительность, но не прибрежных мангровых зарослей (информацию о мангровых зарослях см. в разделе 3.5 настоящей методики). Настоящая

методика расчета показателя ЦУР используется для официального представления статистических данных по показателю 6.6.1 ЦУР⁵.



Рис. 3. Карта площади водно-болотных угодий на территории Уганды

Были подготовлены глобальные геопространственные карты внутренних водно-болотных угодий, имеющих растительность, с высоким разрешением, которые содержат сведения о площади водно-болотных угодий по странам. Данные о водно-болотных угодьях были подготовлены в целях оказания поддержки странам при мониторинге их водно-болотных угодий и восполнения существующего пробела в глобальных данных. Метод подготовки данных предусматривает использование механизма бесперебойного мониторинга водно-болотных угодий на основе данных спутниковых наблюдений Земли, а глобальная карта включает всю поверхность суши Земли, за исключением Антарктики и небольшого числа малых островов.

Поскольку водно-болотные угодья, как правило, подвержены значительным годичным колебаниям, были собраны многолетние данные в целях выравнивания возможных годовых отклонений и получения достоверной оценки площади водно-болотных угодий. Были собраны данные за 2016, 2017 и 2018 годы, которые были объединены для определения базового значения площади водно-болотных угодий (в км²). Будущие ежегодные обновления позволят подготавливать статистические данные об изменениях водно-болотных угодий, которые после их получения будут представляться на портале данных [sdg661](https://datacatalog.worldbank.org/dataset/sdg661). Прогнозирование площади водно-болотных угодий с использованием данных наблюдений Земли основывается на четырех компонентах: стратификации, наборе данных для обучения, машинном обучении и последующей обработке. При этом подходе используются все имеющиеся данные со спутников Сентинел-1, Сентинел-2 и Ландсат-8 в целях прогнозирования вероятности наличия водно-болотных угодий. Для уточнения прогнозов в отношении водно-болотных угодий используется цифровая модель рельефа, а программа последующей обработки преобразует вероятностную карту водно-болотных угодий в карту площади водно-болотных угодий.

⁵ В ней не применяется очень широкое определение водно-болотных угодий, используемое в Рамсарской конвенции о водно-болотных угодьях, которое может быть истолковано как означающее все водные ресурсы внутри той или иной страны, включая морскую среду. Определение показателя 6.6.1 ЦУР относится только к конкретной группе видов внутренних водно-болотных угодий, имеющих растительность. Страны могут с пользой использовать данные о площади водно-болотных угодий в контексте ЦУР, содержащихся в отчетах в соответствии с Рамсарской конвенцией о водно-болотных угодьях.

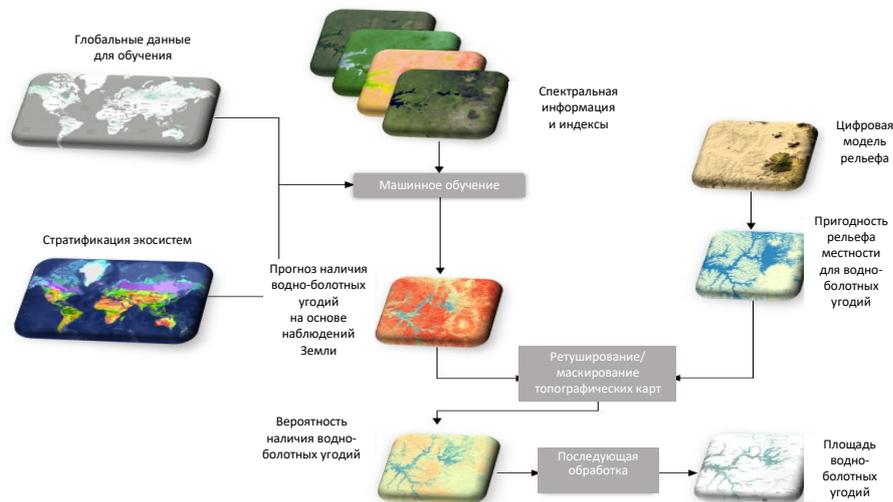


Рис. 4. Схема картирования глобальной площади водно-болотных угодий

Кроме того, используется топографическая информация из полученных с помощью спутников цифровых моделей рельефа (ЦМР). С помощью автоматической модели машинного обучения были проанализированы почти 4 млн спутниковых снимков, содержащих 2,8 петабайта данных, которые были классифицированы как водно-болотные угодья и территории, не являющиеся водно-болотными угодьями.

Пользователям глобальной карты водно-болотных угодий следует понимать, что карта представляет оперативную экспресс-оценку глобального распределения водно-болотных угодий, имеющих растительность. Применяемая методика выявляет внутренние водно-болотные угодья, имеющие растительность. Это может приводить к заниженной оценке по сравнению с национальными статистическими данными, в которых могут объединяться сведения о поверхностных водах и прибрежных/морских водно-болотных угодьях. Точность имеющихся данных о водно-болотных угодьях составляет примерно 70%, а данные о водно-болотных угодьях с точностью 100% в настоящее время получить невозможно. Хотя прогнозы в отношении наличия водно-болотных угодий базируются на научно обоснованном и надежном подходе к картированию, в них неизбежно будут возникать неточности в результате ошибочного включения или исключения площадей. К заслуживающим внимания случаям ошибочного включения относятся, например, зоны с высокоинтенсивным орошаемым земледелием, которые классифицируются как водно-болотные угодья из-за своей схожести на водно-болотные угодья в силу многих свойственных им спектральных характеристик (то есть высокой влажности и наличия растительности даже в засушливый сезон). Ошибочное исключение будет в основном объясняться большим разнообразием водно-болотных угодий. Несмотря на максимальные усилия по обучению модели на максимально широком диапазоне водно-болотных угодий, будут встречаться виды водно-болотных угодий и примеры динамики водно-болотных угодий, которые не будут должным образом отражены в глобальной модели. Например, некоторые пересыхающие водно-болотные угодья редко затопляются или увлажняются и поэтому зачастую не включаются в наборы спутниковых данных. В других случаях увлажненная часть той или иной зоны водно-болотных угодий может оказаться под плотным растительным пологом, что затрудняет оценку с использованием данных наблюдений Земли там, где наличие воды/влажных условий нелегко обнаружить. Другие ограничения данных:

- используется только региональное деление на слои, включая слои, охватывающие несколько стран. Использование более детального деления на слои поможет улучшить местные/национальные прогнозы наличия водно-болотных угодий;
- точность карты водно-болотных угодий еще более повысится при сопоставлении с большим числом национальных кадастров водно-болотных угодий и проверке на местности;
- информация о рельефе местности из полученных с помощью спутников ЦМР является основным ресурсом для глобального картирования водно-болотных ресурсов. В настоящее время базовым набором данных является SRTM ЦМР с разрешением 30 метров, которая охватывает зоны земного шара от 60° с.ш. до

56° ю.ш., а для региона севернее 60° с.ш. использовалась модель ЦМР с более низким 90-метровым разрешением. Существует возможность использования 30-метровой ЦМР к северу от 60° с.ш., которую следует рассмотреть при обновлениях в будущем;

- малые острова и, возможно, даже целые малые островные государства не входят в план сбора данных спутников Сентинел. В результате в этих районах прогнозы наличия водно-болотных угодий не составлялись. Будет возможно разработать отдельные модели этих не охваченных данными островов с использованием альтернативных источников спутниковых данных (например, с использованием только спутников Ландсат).

Вышеуказанные ограничения будут устранены при обновлениях в будущем и выпуске новых версий карты водно-болотных угодий, включая возможный переход на модель глубокого обучения в целях более четкого отражения временных и пространственных аспектов прогнозов в отношении состояния водно-болотных угодий. Несмотря на связанные с методикой ограничения, составление карт водно-болотных угодий с высоким разрешением для всего земного шара находится на переднем крае имеющихся в настоящее время технологий и вычислительных мощностей. Оно представляет собой огромный шаг вперед в направлении представления точных, статистически достоверных данных о водно-болотных угодьях.

3.3.3 Расчет изменений площади водно-болотных угодий по странам

Изменения площади пока еще не рассчитывались. Однако была рассчитана базовая площадь по странам. В настоящей методике в качестве базового используется 2017 год (на основе исходных данных съемки за 2016-2018 годы для выравнивания возможных годовых отклонений). В будущем ежегодно будет производиться обновление этих наборов данных о площади водно-болотных угодий. После подготовки обновления будет возможно рассчитать изменение площади водно-болотных угодий по сравнению с базовым периодом. С использованием данного базового периода процентное изменение площади рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Процентное изменение площади водно-болотных угодий} = \frac{(\beta - \gamma)}{\beta} \times 100,$$

где β – площадь водно-болотных угодий в базовый период;

γ – площадь в целевой период.

3.4 Измерение изменений площади мангровых зарослей

3.4.1 Зачем измерять площадь мангровых зарослей?

Мангровые болота представляют собой экосистемы покрытой лесом приливно-отливной зоны, которые во всем мире распределены в полосе примерно от 32° с.ш. (Бермудские острова) до 39° ю.ш. (Виктория, Австралия). Мангровые заросли играют крайне важную роль на уровне ландшафта, связанную с регулированием поступления пресной воды, питательных веществ и осадков в морские зоны. Они также помогают контролировать качество морских прибрежных вод и жизненно важны как места размножения и выращивания для птиц, рыб и ракообразных. По оценкам, почти две трети всех видов рыб, промысел которых ведется в морской среде во всем мире, в конечном счете зависят от здоровья тропических прибрежных экосистем. Кроме того, в мангровые заросли поступают большие количества веществ и энергии как с суши, так и из морской среды, в результате чего они являются важным коллектором углерода (Lucas et al., 2014).

Некогда широко распространенные вдоль тропических и субтропических побережий мира мангровые заросли отступают с такой же скоростью, как и сухопутные (природные) леса, при этом за последние два десятилетия утрачено примерно 4-5% занимаемой ими площади в мире (Ramsar Convention, 2018; FAO, 2015). К значительным факторам изменений относится вырубка в интересах рыбоводства, сельского хозяйства, освоения источников энергии и других видов промышленного освоения, при этом некая неизвестная доля остающихся мангровых зарослей фрагментирована и деградирует (Thomas et al., 2017). Мангровые заросли также чувствительны к последствиям изменения климата, таким как подъем уровня моря, экстремальные температурные значения и их географическое распределение, а также изменения гидрологического режима.

Информация о состоянии и тенденциях изменений мангровых зарослей как на национальном, так и на глобальном уровне ограничена. Это объясняется отчасти тем, что мангровые заросли нередко занимают в национальных юрисдикциях место между водно-болотными угодьями и

лесным хозяйством, и отчасти тем, что они зачастую находятся в отдаленных и недоступных местах, из-за чего периодическое картирование и мониторинг с использованием традиционных средств являются дорогостоящими и требуют больших временных затрат. Почвы мангровых зарослей вмещают свыше 6 млрд тонн углерода и могут связывать примерно в 3-4 раза больше углерода, чем их сухопутные аналоги, однако в рамках программы СВОД плюс⁶ (IUCN, 2017) в соответствии с Рамочной конвенцией ООН об изменении климата отнесены к категории лесов и поэтому должны включаться в национальные отчеты о выбросах.

3.4.2 Описание метода, используемого для измерения площади мангровых зарослей

Карты площади мангровых зарослей мира были составлены в два этапа: сначала была составлена глобальная карта площади мангровых зарослей (на 2010 год), а затем были сформированы шесть дополнительных годовых слоев данных (за 1996, 2007, 2008, 2009, 2015 и 2016 годы). В рамках этого метода используется комбинация данных радиолокационной (ALOS PALSAR) и оптической (Ландсат-5, -7) спутниковой съемки. Было использовано примерно 15 000 участков, снятых спутниками Ландсат, и 1500 мозаичных элементов ALOS PALSAR (1 × 1 градус) для создания оптических и радиолокационных составных изображений, охватывающих побережье тропических и субтропических зон в Америке, Африке, Азии и Океании. Классификация ограничивалась посредством использования маски естественного местоположения мангровых зарослей, определяющей регионы, в которых можно ожидать существование мангровых экосистем. Определение естественного местоположения мангровых зарослей было сформировано на основе географических параметров, таких как широта, высота над уровнем моря и удаленность от океанской воды. Обучение работе с маской естественного местоположения и классификация маски для мангровых зарослей 2010 года были основаны на случайной выборке примерно 38 млн точек с использованием исторических карт мангровых зарослей за 2000 год (Giri et al., 2010; Spalding et al., 2010), карт наличия водных объектов (Pekel et al., 2017) и данных цифровой модели рельефа (SRTM-30).

Карты для других шести периодов были составлены посредством обнаружения и классификации утраты мангровых зарослей (определяемых как снижение интенсивности обратного рассеяния радиолокационных сигналов) и прироста площади мангровых зарослей (определяемого как повышение интенсивности обратного рассеяния) за периоды между получением данных в 2010 году спутником ALOS PALSAR, с одной стороны, и получением данных спутниками JERS-1 SAR (1996 год), ALOS PALSAR (2007, 2008 и 2009 годы) и ALOS-2 PALSAR-2 (2015 и 2016 годы), с другой. Затем для получения карт площади по годам на базовой растровой маске 2010 года добавлялись или удалялись измененные пиксели для каждого годового набора данных (с буферизацией в целях обеспечения возможности обнаружения увеличения площади мангровых зарослей также непосредственно за пределами маски).

Точность классификации базового набора данных 2010 года оценивалась по примерно 53 800 выбранным случайным образом точкам в 20 выбранных случайным образом регионах. Общая точность была оценена в 95,25%, а точность отнесения к классу мангровых зарослей с точки зрения пользователя (ошибочное включение) и составителя (ошибочное исключение) – в 97,5% и 94,0%, соответственно. Точность классификации изменений оценивалась по более чем 45 000 точек, а общая точность составила 75,0%. Точность отнесения к классам утрат, прироста площади и отсутствия изменений соответственно с точки зрения пользователя была оценена в 66,5%, 73,1% и 83,5%. Соответствующая точность с точки зрения составителя применительно к трем классам была оценена в 87,5%, 73,0% и 69,0%, соответственно.

Ограничения данных

- Карта мангровых зарослей представляет собой набор глобальных данных, и в этой связи не следует ожидать, что она обеспечит везде такой же высокий уровень точности, как карта местного масштаба, полученная посредством наземной съемки или использования геопространственных данных с очень высоким пространственным разрешением. Составление глобальных карт площади с использованием согласующихся данных и методов – хотя и дополняемых наземными данными в целях калибровки и проверки – в силу логистических причин обычно требует компромиссов в плане точности на уровне местного масштаба. Тем не менее глобальные карты можно улучшить в местном (или национальном) масштабе посредством добавления уточненной

⁶ Сокращение выбросов в результате обезлесения и деградации лесов в развивающихся странах, а также роль сохранения лесов, устойчивого управления лесами и увеличения накоплений углерода в лесах в развивающихся странах.

информации (данных натуральных наблюдений и данных аэрофотосъемки или съемки с БПЛА) в целях обучения и реклассификации.

- На точность классификации могут влиять несколько различных факторов, включая наличие спутниковых данных, видовой состав мангровых зарослей и уровень деградации.
- В то время как исходный шаг пикселей спутниковых данных, используемых для составления карт, равен 25-30 метрам, в качестве минимальной единицы картирования рекомендуется примерно 1 гектар вследствие неопределенности классификации по одному пикселю. Ошибки классификации (в частности, ошибочное исключение), как правило, нарастают в регионах нарушения и фрагментации, таких как рыборазводные пруды, а также вдоль рифов или мангровых зарослей прибрежных полос рек или морей, которые образуют узкие прибрежные зоны шириной несколько пикселей.
- В целом граница мангровых зарослей с морем определяется более точно, чем граница с сушей, в случае которой различие между мангровыми зарослями и некоторыми видами водно-болотных угодий или растительности суши может быть нечетким.
- Искажения при распределении данных вследствие ошибок построчного сканирования Ландсат-7 присутствуют в некоторых районах, особенно регионах Западной Африки, из-за отсутствия данных Ландсат-5 и устойчивого облачного покрова.
- Известные пробелы в данных в этой версии (v2.0) набора данных: группа островов Альдабра (Сейшельские Острова); Андаманские и Никобарские острова (Индия); Бермудские острова (Соединенное Королевство); острова Чагос; остров Европа (Франция); Фиджи (часть к востоку от меридиана 180°); острова Гуам и Сайпан (США); Кирибати; Мальдивские Острова; Маршалловы Острова; Перу (к югу от 4° ю.ш.) и острова Уоллис и Футуна (Франция).

Как и составление карт водно-болотных угодий, формирование данных о мангровых зарослях с высоким разрешением для всего земного шара находится на переднем крае имеющихся в настоящее время технологий и вычислительных мощностей. Оно представляет собой огромный шаг вперед в направлении представления точных, статистически достоверных данных о мангровых зарослях, которые могут постоянно обновляться.

3.4.3 Расчет площади мангровых зарослей по странам

Данные о площади мангровых зарослей имеются за 1996, 2007, 2008, 2009, 2010, 2015 и 2016 годы. Новые годовые данные относятся к 2017 году, а данные за 2018 год будут подготовлены в течение 2020 года. В целях составления национальной статистики для мониторинга показателя 6.6.1 в качестве базового периода используется 2000 год, данные за который основываются на наборе годовых данных за 1996 год, в целях согласования этого базового периода с базовым периодом набора данных о поверхностных водах. Площадь мангровых зарослей в 2000 году будет использоваться в качестве базового исходного периода. Данные о площади мангровых зарослей в разные годы сравниваются с этим базовым годом. Процентное изменение площади рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{Процентное изменение площади} = \frac{(\beta - \gamma)}{\beta} \times 100,$$

где β — национальная площадь в 2000 году;

γ — национальная площадь в любой другой последующий годовой период.

3.5 Измерение мутности и трофического состояния озер

3.5.1 Зачем измерять мутность и трофическое состояние озер?

Мутность является одним из основных показателей прозрачности воды, определяющим в количественном отношении замутненность воды и выступающим в качестве показателя наличия света под водой. Индекс трофического состояния относится к степени накопления органических веществ в водоеме и чаще всего используется в связи с мониторингом эвтрофикации. В этом контексте оба параметра воды могут использоваться для вынесения заключения о конкретном состоянии или качестве того или иного пресноводного объекта.

3.5.2 Описание метода, используемого для составления глобальных карт площади водохранилищ

Набор глобальных данных служит для измерения двух параметров озерной воды: мутности и оценочного значения индекса трофического состояния. Результаты обработки данных были получены в рамках программы наблюдений Земли «Коперник» Европейского союза. По этим двум параметрам в наборе данных фиксируются ежемесячные средние значения, а также многолетние среднемесячные значения – за периоды 2006-2010 годов и 2017-2019 годов. Результаты обработки данных отображаются на карте с разрешением 300 × 300 метров на пиксель, фиксируя данные в общей сложности по 4265 озерам. У каждого озера есть индивидуальная идентифицирующая информация, позволяющая связать его с другими наборами гидрологических данных. Имеется список идентификаторов всех озер, а также дополнительная информация (местоположение; название, когда оно известно; площадь). Мутность определяется по оценкам концентрации взвешенных твердых веществ, а индекс трофического состояния определяется биомассой фитопланктона, представляемой содержанием хлорофилла-*a*.

Классификация по трофическому состоянию	Индекс трофического состояния, показания по программе «Коперник»	Хлорофилл- <i>a</i> (мкг/л) (верхний предел)
Олиготрофное	0	0,04
	10	0,12
	20	0,34
	30	0,94
Мезотрофное	40	2,6
	50	6,4
Эвтрофное	60	20
	70	56
Гиперэвтрофное	80	154
	90	427
	100	1 183

Таблица 2. Индекс трофического состояния и соответствующие классы концентрации хлорофилла-*a* (по данным Carlson (1977))

Результаты обработки данных за период 2006-2010 годов основываются на наблюдениях спектрометра с формированием изображения со средним разрешением (датчик MERIS), а данные за 2017-2019 годы получены с помощью прибора для характеристики цветового тона поверхности океанов и суши (датчики OLCI). Для повышения точности данных применялись карты буферных зон сухопутных/водных объектов, а также ледовые карты.

Следующий рисунок является примером визуального отображения двух параметров озерной воды в озере Гурон со средними значениями индекса трофического состояния за 10 суток (слева) и средними значениями мутности за 10 суток (справа).

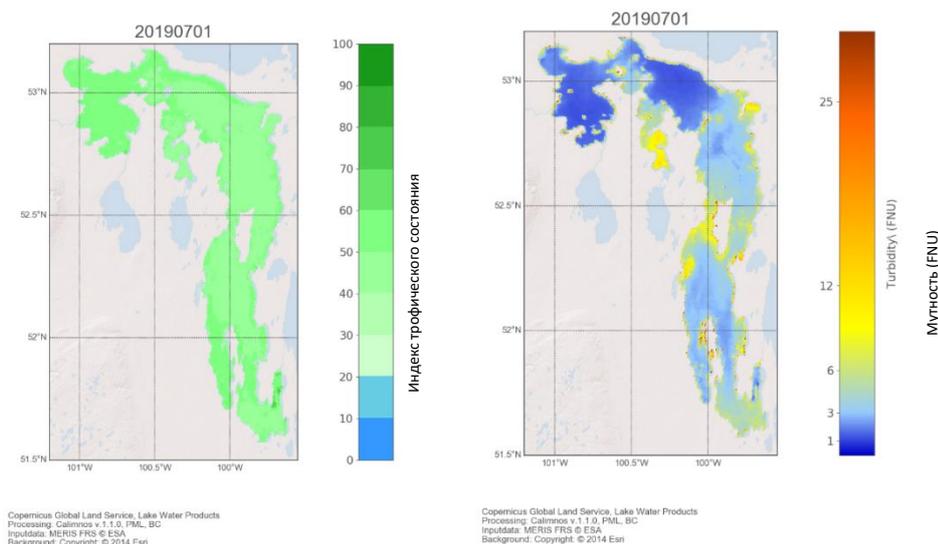


Рис. 5. Озеро Виннипегосис: месячные данные об индексе трофического состояния (слева) и мутности (справа) за июль 2019 года

Полученные данные проверялись на предмет согласованности (временные ряды) и в сравнении с данными натуральных наблюдений, в обоих случаях в отношении отобранной группы озер. Подробная техническая методика может быть загружена на портале данных по показателю 6.6.1 ЦУР (sdg661.app).

3.5.3 Расчет данных о мутности и индексе трофического состояния

Были получены данные за базовый исходный период, состоящие из среднемесячных значений за пять лет наблюдений в период 2006-2010 годов. На основе этих данных за пять лет были получены 12 среднемесячных показателей (по одному на каждый месяц года) как трофического состояния, так и мутности. Затем используется дополнительный набор наблюдений для расчета изменения по отношению к базовой дате. Эти месячные данные охватывают 2017, 2018, 2019 годы. Были получены 12 среднемесячных показателей за эти три года.

Ежемесячное отклонение от многолетнего базового уровня рассчитывается по следующей формуле: $\text{month_average} - \text{Month_baseline} / \text{Month_baseline} \times 100$ (среднемесячный показатель – месяц_базовый / месяц_базовый $\times 100$).

По каждому пикселю и по каждому месяцу было подсчитано число достоверных наблюдений и число месяцев, в которые имели место ежемесячные отклонения, в пределах одного из следующих диапазонов значений: 0-25%, 25-50% (средние), 50-75%, 75-100% (высокие). Была также получена совокупная величина годового отклонения.

Данные Уровня 2

Субпоказатели, включенные в Уровень 2, представляют собой компоненты показателя 6.6.1, которые либо определяются посредством моделирования, либо нуждаются в мониторинге на месте в самих странах. Курирующее учреждение будет периодически запрашивать полученные на месте данные Уровня 2, собираемые странами, и после проверки качества будет представлять соответствующие данные в Статистический отдел ООН.

3.6 Измерение или моделирование речного стока (расхода)

Расход воды в реке и устье, или объем воды, движущейся вниз по течению в единицу времени, является одним из принципиально важных показателей для понимания количества воды в той или иной экосистеме и ее доступности для использования человеком. В этом разделе представлены основные соображения в отношении мониторинга, а также критерии для данных о расходе, формируемых в целях поддержки показателя 6.6.1.

Общепринятые методы мониторинга на месте. Существует ряд методов мониторинга расхода на месте, а их выбор должен определяться размером и типом водного объекта, рельефом местности и скоростью водного потока, желательной точностью измерения, а также имеющимися финансовыми средствами. Двумя наиболее распространенными и доступными

подходами являются гидрометрические посты и использование измерителей течений. Во многих странах гидрометрические посты являются наиболее широко распространенным средством измерения речного расхода, поскольку они позволяют осуществлять даже непрерывный мониторинг, нередко в режиме реального времени. Они располагаются в постоянных местах вдоль течения реки или в устье, где ведется мониторинг изменения уровня водной поверхности, там, где существует однозначная взаимосвязь между уровнем и стоком и может быть получена так называемая кривая расходов. Данные о высоте (уровне) водной поверхности собираются часто, а расход оценивается чаще всего раз в месяц, однако во многих местах это может делаться ежедневно или даже непрерывно. Для мониторинга стока и расчета расхода могут использоваться измерители течений и другие приборы. Например, пропеллерные измерители течений, микровертушки или электромагнитные измерители течений нередко используются для измерения скорости и могут использоваться вместе с методами определения площади поперечного сечения в целях установления модуля стока. Для точного измерения глубины русла, скорости и расхода в более крупных реках/устьях широко используются акустические доплеровские профиломеры течений (АДПТ). Они зачастую крепятся на плавучих средствах и буксируются вдоль водного объекта, однако также встречаются стационарные установки, которые излучают акустические волны и измеряют звукоотражение. Измерители и приборы, вроде АДПТ, являются гораздо более дорогостоящими, чем другие методы измерения, и требуют наличия квалифицированных операторов и эффективных программ технического обслуживания. Однако в крупных реках они могут быть наиболее подходящим выбором, особенно в условиях максимального стока.

Место проведения мониторинга. Выбор метода мониторинга может диктовать, в каком месте вдоль реки или в устье собираются данные о расходе. Например, при наличии постоянного измерительного водослива мониторинг всегда будет проводиться на нем. Поскольку мониторинг расхода на месте может требовать больших затрат времени и средств, рекомендуется выбирать стратегические места, которые представляют всю реку или устье. Минимальные усилия по мониторингу предполагают размещение одного гидрометрического поста вблизи выхода каждого бассейна (в другой бассейн). Кроме того, существенный дополнительный объем информации позволяет получить мониторинг в конечной точке всех крупных притоков. Там, где есть местное воздействие на расход из-за деятельности человека, рекомендуется проводить мониторинг стока выше и ниже по течению этих мест, чтобы можно было следить за общей ситуацией.

Частота мониторинга. Количество воды в реке или устье может быстро меняться в зависимости от режима осадков и погодных условий. Чем больше имеется данных о расходе, тем выше точность этих данных. Однако и в этом случае важно сосредоточить усилия и выбрать стратегическую частоту мониторинга. Данные о расходе следует в идеальном случае собирать в том или ином данном месте как минимум раз в месяц (в идеальном случае ежедневно), а затем эти данные могут использоваться для определения годовых и долгосрочных тенденций. На количество воды в устьях могут в значительной степени влиять приливные притоки, таким образом этот показатель ограничивается притоками пресной воды в устье из участков реки, находящихся выше по течению.

Моделирование расхода. Помимо мониторинга на месте, который всегда испытывает на себе влияние всех форм регулирования стока, аккумуляирования или забора выше по течению, расход может также моделироваться с использованием одной из многих имеющихся моделей, в которых используются данные о климате и землепользовании, помимо других данных, для оценки как природных, так и существующих на текущий момент стоков. В глобальном масштабе имеются гидрологические программные модели, а в некоторых странах эти или аналогичные модели разработаны с учетом местных условий и калибруются с использованием данных реальных измерений. В целях повышения точности полученные посредством моделирования данные о расходе рекомендуется по возможности дополнять данными измерений на месте. Теоретические гидрологические модели, предназначенные для оценки стока и расхода, обычно менее пригодны для обнаружения воздействия на сток незначительных изменений почвенного покрова со временем, нежели модели, которые калибруются с учетом данных о стоке за прошлые периоды и соответствующих условий землепользования.

3.7 Измерение количества грунтовых вод в водоносных слоях

Изменения количества грунтовых вод в водоносных слоях представляют собой важную информацию для многих стран, которые в значительной степени зависят от доступности грунтовых вод. Для целей мониторинга показателя 6.6.1 изменение уровня грунтовых вод является хорошим признаком изменений запасов воды в водоносном слое. Кроме того, в

представляемые данные будут включаться только водоносные слои со значительными запасами грунтовых вод, которые могут рассматриваться как отдельные пресноводные экосистемы.

Место проведения мониторинга. Измерение уровня грунтовых вод в водоносном слое осуществляется с использованием скважин. Одной из проблем при организации мониторинга является выбор такого местоположения скважин, которое будет адекватно представлять общую ситуацию с грунтовыми водами в том или ином водоносном слое. Число скважин, которые необходимо использовать для мониторинга, не может быть установлено заранее, поскольку распределение грунтовых вод может различаться в зависимости от местоположения и характеристик водоносных слоев. Рекомендуется использовать для мониторинга достаточное число скважин, чтобы определить характеристики участка, при этом одним из факторов при принятии решения о том, сколько скважин наилучшим образом охарактеризуют участок, являются возможности страны. Настоятельно рекомендуется получать данные с наблюдательных скважин/мониторинговых скважин (это скважины, которые не оборудованы насосами). Следует избегать данных с эксплуатационных (оборудованных насосом) скважин. В случае необходимости использования для измерений оборудованной насосом скважины крайне важно предусмотреть достаточно продолжительный период восстановления, в течение которого скважина не используется, с тем чтобы уровень грунтовых вод в скважине мог стабилизироваться до проведения каких-либо измерений.

Частота проведения мониторинга. Уровень грунтовых вод изменяется в результате изменений в питании грунтовых вод (на которое влияют климатические условия и землепользование) и в результате вызванного деятельностью человека изъятия воды из системы (отбор грунтовых вод). Необходимо понимать влияние смены времен года и влажных и сухих сезонов, и поэтому оптимальным является ежемесячный мониторинг, однако необходим сбор данных по меньшей мере дважды в год – во влажный и сухой сезоны.

Критерии данных для показателя 6.6.1

В целях обеспечения достоверности данных будет проверяться качество предоставляемых курирующему учреждению (курирующим учреждениям) данных о количестве грунтовых вод. Сбор данных об уровне грунтовых вод дает статистические данные, которые служат косвенным показателем количества грунтовых вод в том или ином водоносном слое в динамике. Для изучения динамики этих изменений силами курирующего учреждения (курирующих учреждений) и страны будет определяться и проверяться процентное изменение уровня грунтовых вод. Расчет процентного изменения на национальном уровне требует установления единого исходного периода для всех бассейнов, который может основываться либо на данных об уровне грунтовых вод за прошлые периоды (что предпочтительнее), либо на полученных посредством моделирования данных, если таковые имеются. В случаях их отсутствия может быть принят более поздний период, который будет представлять «базовый» или исходный период.

4 ПОРТАЛ ГЛОБАЛЬНЫХ ДАННЫХ ПО ПОКАЗАТЕЛЮ 6.6.1

Разработка портала данных sdg661 определялась необходимостью поддержки национальных процессов мониторинга и представления данных и содействия принятию основанных на данных решений в интересах охраны и восстановления связанных с водой экосистем. Как указано в разделах выше, для формирования данных высокой точности применяются строгие методические подходы. Имеющиеся данные (по состоянию на март 2020 года) охватывают многие аспекты показателя 6.6.1 ЦУР. Эти существующие наборы данных будут регулярно обновляться. ЮНЕП будет и далее сотрудничать с партнерами в целях размещения новых наборов данных на портале для использования государствами-членами, включая динамику объема водохранилищ и динамику объема озер, а также полученные посредством моделирования данные о речном стоке. Эти дополнительные наборы данных будут дополнять существующие данные об изменениях площади связанных с водой экосистем и обеспечивать новую полезную информацию, на которой будет основываться принятие эффективных решений в интересах охраны и восстановления связанных с водой экосистем.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ МАТЕРИАЛОВ

- Albert et al. 2020 - Scientists' warning to humanity on freshwater biodiversity crisis. *Ambio.Perspective*. Kungl. Vetenskaps Akademien
- Dickens et al, 2019 - Chris Dickins, Matthew McCartney: Water-related Ecosystems, International Water Management Institute, Sri Lanka
- Gardner R, Finlayson C. 2018 - Global wetland outlook: state of the World's wetlands and their services to people. The Ramsar Convention Secretariat: Gland, Switzerland
- IAEG-SDGs, 2019 - Global and Complementary (Non-authoritative) Geospatial Data for SDGs: Role and Utilization, Stephan Arnold, Jun Chen & Olav Eggers produced by the Working Group on Geospatial Information of the Inter-agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators (IAEG-SDGs) made available to IAEG-SDGs at its ninth meeting in March 2019. http://ggim.un.org/documents/Report_Global_and_Complementary_Geospatial_Data_for_SDGs.pdf
- IUCN, 2017 - Issues Brief on Peatlands and Climate Change. Gland
https://www.iucn.org/sites/dev/files/peatlands_and_climate_change_issues_brief_final.pdf
- IUCN, 2017 - Mangroves and REDD+: A new component of MFF.
www.iucn.org/news/asia/201711/mangroves-and-redd-new-component-mff
- Farr et al, 2004 - Farr, T.G., Rosen, P.A., Caro, E., Crippen, R., Duren, R., Hensley, S., Kobrick, M., Paller, M., Rodriguez, E., Roth, L., Seal, D., Shaffer, S., Shimada, J., Umland, J., Werner, M., Oskin, M., Burbank, D., and Alsdorf, D.E., 2007, The shuttle radar topography mission: Reviews of Geophysics, v. 45, no. 2, RG2004, at <https://doi.org/10.1029/2005RG000183>
- Lehner et al, 2011 - Lehner, B., C. Reidy Liermann, C. Revenga, C. Vörösmarty, B. Fekete, P. Crouzet, P. Döll, M. Endejan, K. Frenken, J. Magome, C. Nilsson, J.C. Robertson, R. Rodel, N. Sindorf, and D. Wisser. 2011. High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9 (9): 494-502
- Lucas et, 2014 - Lucas, R., Rebelo, L.-M., Fatoyinbo, L., Rosenqvist, A., Itoh, T., Shimada, M., Simard, M., Souza-Filho, P.W., Thomas, N., Trettin, C., Accad, A., Carreiras, J. & Hilarides, L. (2014). "Contribution of L-band SAR to systematic global mangrove monitoring". *Marine and Freshwater Research*, 65(7), 589-603. doi.org/10.1071/MF13177
- MEA, 2005 –Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well Being: Wetlands and water synthesis. Island Press, Washington DC.
- [Pekel et al., 2016](https://doi.org/10.1038/nature20584) - Jean-Francois Pekel, Andrew Cottam, Noel Gorelick, Alan S. Belward, High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature* 540, 418-422 (2016). (doi:[10.1038/nature20584](https://doi.org/10.1038/nature20584))
- Ramsar Convention, 2018 - Ramsar Technical Report 10: The use of Earth Observation for wetland inventory, assessment and monitoring.
www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/rtr10_earth_observation_e.pdf
- Reid et al, 2019 - Reid AJ, Carlson AK, Creed IF, Eliason EJ, Gell PA, Johnson PT, Kidd KA, MacCormack TJ, Olden JD, Ormerod SJ. 2019. Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*. 94: 849–873
- Sayer et al, 2019 – Roger Sayre, Suzanne Noble, Sharon Hamann, Rebecca Smith, Dawn Wright, Sean Breyer, Kevin Butler, Keith Van Graafeiland, Charlie Frye, Deniz Karagulle, Dabney Hopkins, Drew Stephens, Kevin Kelly, Zeenatul Basher, Devon Burton, Jill Cress, Karina Atkins, D. Paco Van Sistine, Beverly Friesen, Rebecca Allee, Tom Allen, Peter Aniello, Irawan Asaad, Mark John Costello, Kathy Goodin, Peter Harris, Maria Kavanaugh, Helen Lillis, Eleonora Manca, Frank Muller-Karger, Bjorn Nyberg, Rost Parsons, Justin Saarinen, Jac Steiner & Adam Reed (2019) A new 30 meter resolution global shoreline vector and associated global islands database for the development of standardized ecological coastal units, *Journal of Operational Oceanography*, 12:sup2, S47-S56, DOI: 10.1080/1755876X.2018.1529714
- Thomas N, Lucas R, Bunting P, Hardy A, Rosenqvist A, and Simard M (2017) "Distribution and drivers of global mangrove forest change, 1996–2010". *PLOS ONE* 12(6): e0179302. doi.org/10.1371/journal.pone.0179302
- United Nations, 2015 - Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>

United Nations, 2018 - Guidelines on Data Flows and Global Data Reporting for Sustainable Development Goals, Prepared by the Inter-Agency and Expert Group on Sustainable Development Goal Indicators, United Nations Statistical Commission. <https://unstats.un.org/unsd/statcom/49th-session/documents/BG-Item-3a-IAEG-SDGs-DataFlowsGuidelines-E.pdf>

UN Water, 2019 - Policy Brief on Climate Change and Water, September 2019 version

