

Метаданные показателя ЦУР
(Гармонизированный шаблон метаданных - версия формата 1.1)

1. Информация о показателе

0.a. Цель

Цель 6: Обеспечение наличия и рационального использования водных ресурсов и санитарии для всех.

0.b. Задача

6.6. К 2020 году обеспечить охрану и восстановление связанных с водой экосистем, в том числе гор, лесов, водноболотных угодий, рек, водоносных слоев и озер.

0.c. Показатель

Показатель 6.6.1 (a) Динамика изменения площади связанных с водой экосистем с течением времени

0.d. Ряд данных

EN_WBE_NDQTGRW – Количество подземных вод, полученное на национальном уровне (миллионы кубических метров в год)

EN_WBE_NDQTRVR – Количество воды в реках, полученное на национальном уровне (в миллионах кубических метров в год)

EN_LKRV_PWAC – Постоянное изменение акватории озер и рек (%)

EN_LKRV_PWAN – Постоянная акватория озер и рек (кв. км)

EN_LKRV_PWAP – Постоянная акватория озер и рек (% от общей площади суши)

EN_LKRV_SWAC – Сезонное изменение акватории озер и рек (%)

EN_LKRV_SWAN – Сезонная акватория озер и рек (кв. км)

EN_LKRV_SWAP – Сезонная акватория озер и рек (% от общей площади суши)

EN_LKW_QLTRB – Мутность воды озера (%)

EN_LKW_QLTRST – Трофическое состояние воды озера (%)

EN_RSRV_MNWAN – Минимальная площадь акватории водохранилища (квадратные километры)

EN_RSRV_MNwap – Минимальная площадь воды водохранилища (% от общей площади суши)

EN_RSRV_MXWAN – Максимальная площадь акватории водохранилища (квадратные километры)

EN_RSRV_MXwap – Максимальная площадь воды водохранилища (% от общей площади суши)

EN_WBE_MANGC – Изменение общей площади мангровых зарослей (%)

EN_WBE_MANGN – Площадь мангровых зарослей (кв. км)

EN_WBE_WTLN – Площадь водно-болотных угодий (кв. км)

0.e. Обновление данных

24.05.2024

0.f. Связанные показатели

Показатели 6.3.2, 6.4.1, 6.4.2, 6.5.1, 6.5.2, 15.3.1

0.g. Международные организации, ответственные за глобальный мониторинг

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП)

1. Данные представлены

1.a. Организация

Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП)

2. Определения, понятия и классификации

2.a. Определения и понятия

Определения:

Индикатор 6.6.1 отслеживает степень, в которой различные типы связанных с водой экосистем меняются с течением времени. Индикатор является многогранным, собирая данные о различных типах пресноводных экосистем, и для измерения степени изменений показатель учитывает пространственные изменения площади, качества и количества воды. Для получения индикатора используются спутниковые наблюдения Земли для глобального мониторинга различных типов пресноводных экосистем. Ряды данных наблюдения Земли по площади поверхности доступны по постоянной воде, сезонной воде, водохранилищам, водно-болотным угодьям, мангровым лесам, а также важны для получения данных о качестве воды, трофическом состоянии и мутности водных объектов. Спутниковые изображения могут быть представлены в виде числовых данных, которые, в свою очередь, объединяются в значимую статистику изменений экосистемы, относящихся к административным областям, таким как национальные, субнациональные (например, регионы и провинции) и границам речных бассейнов. Продукты глобальных данных по речным стокам и уровню грунтовых вод еще не были подготовлены с необходимым пространственным и временным разрешением, чтобы их можно было включить в методологию ЦУР 6.6.1. В настоящее время эти данные должны по-прежнему предоставляться странами путем моделирования или наземных измерений.

Таблица 1: Показатель 6.6.1 ЦУР: данные, полученные на основе наблюдений за Землей

Экосистема	Единица	Основные элементы
Озера и реки	Площадь поверхности	<ul style="list-style-type: none">ежегодная информация о постоянной акватории (с 2000 г. по настоящее время)статистика изменений площади постоянной воды (с 2000 г. по настоящее время)статистические данные, агрегированные в национальном и субнациональном бассейновом масштабе.
Озера и реки	Площадь поверхности	<ul style="list-style-type: none">годовые и многолетние изменения сезонной акватории (с 2000 г. по настоящее время)статистика изменений площади сезонных вод (с 2000 г. по настоящее время)статистика новой и утраченной сезонной воды (2000-2020) годовая статистика сезонности за периоды: 0-1, 3-6, 7-11 месяцевстатистические данные, агрегированные в национальном,

		субнациональном масштабах и в масштабе бассейна
Водо-хранилища	Площадь поверхности	<ul style="list-style-type: none">ежегодная информация о минимальной и максимальной площади поверхности водохранилища (с 1984 г. по настоящее время)статистика изменений минимальной площади (с 2000 г. по настоящее время)статистические данные, агрегированные в национальном и субнациональном бассейновом масштабе.
Мангровые леса	Площадь поверхности	<ul style="list-style-type: none">почти ежегодная информация о площади мангровых зарослей (с 2000 г. по настоящее время)статистика изменений площади мангровых зарослей (с 2000 г. по настоящее время).статистика, агрегированная в национальных масштабах
Водно-болотные угодья	Площадь поверхности	<ul style="list-style-type: none">площадь водно-болотных угодий (исходная площадь включает данные за 2016-2018 гг.)статистические данные, агрегированные в национальном и субнациональном бассейновом масштабе.изменения площади водно-болотных угодий будут включены в 2025/26 г.
Озера	Качество воды	<ul style="list-style-type: none">Ежемесячные, годовые и многолетние измерения трофического состояния и мутности 4200 озер и водохранилищ по всему миру (с разрешающей способностью 300 м)

Таблица 2: Данные показателя 6.6.1 ЦУР, полученные на основе национальных измерений на местах

<i>Экосистема</i>	<i>Единица</i>	<i>Основные элементы</i>
Реки	сток	<ul style="list-style-type: none">Ежегодно моделируемый сток реки (с 2000 г. по настоящее время)Статистика изменений минимального и максимального расхода реки (с 2000 г. по настоящее время).Статистические данные, агрегированные в национальном и субнациональном бассейновом масштабе.
Подводные воды	уровень	<ul style="list-style-type: none">Изменения с течением времени в измерениях объема всех основных водоносных горизонтов подземных вод

Основные понятия:

Понятия и определения, используемые в методологии, основываются на существующих международных рамках и глоссариях, если ниже не указано иное.

Связанные с водой экосистемы являются частью всех экосистем. Они содержат мировые ресурсы пресной воды и могут быть определены как «динамичный комплекс сообществ растений, животных и микроорганизмов, а также неживой среды, в которой преобладает наличие проточной или стоячей воды, взаимодействующих как функциональная единица» (МЕА, 2005; Диккенс и др., 2019). Индикатор основан на мониторинге различных типов связанных с водой экосистем, включая озера, реки, водно-болотные угодья, подземные воды и искусственные водоемы - водохранилища. Эти связанные с водой экосистемы содержат пресную воду, за исключением мангровых лесов, которые содержат солоноватую воду (т.е. сочетание пресной и соленой воды), однако

мангровые леса по-прежнему включены в показатель 6.6.1. Водохранилища также включены в категорию связанных с водой экосистем в методологии индикаторов; хотя признано, что водохранилища не являются традиционными водными экосистемами, которые обязательно должны гарантировать защиту и восстановление, во многих странах они содержат значительное количество пресной воды и поэтому они были также включены. Данные о водохранилищах были включены для того, чтобы страны могли лучше понимать изменения, происходящие с искусственными водными объектами, в сочетании с изменениями, происходящими с естественными водными объектами. Экосистемами, не включенными в показатель 6.6.1, являются коралловые рифы и морская трава, охватываемые Целью 14 (Мировой океан); а также горы, леса и засушливые районы, охватываемые Целью 15 (Суша). Степень, в которой каждая из связанных с водой экосистем, включенных в показатель 6.6.1, может быть измерена, использует один или несколько из следующих физических параметров изменения: пространственная площадь, количество (или объем) воды и качество воды. Полная методология мониторинга индикатора 6.6.1 доступна здесь. Степень, в которой каждая из связанных с водой экосистем, включенных в индикатор 6.6.1, может быть измерена, зависит от одного или нескольких из следующих физических параметров изменения: пространственная площадь, количество (или объем) воды и качество воды.

Постоянная и сезонная вода. Постоянная водная поверхность находится под водой в течение всего года, в то время как сезонная водная поверхность находится под водой менее 12 месяцев в году. В некоторых местах нет наблюдений за все 12 месяцев в году (например, по причинам полярной ночи). В этих случаях вода считается сезонной, если количество месяцев, в которых присутствует вода, меньше количества месяцев, в которых были получены достоверные данные.

Второе соображение – озера и реки, которые замерзают часть года. В период замерзания вода все еще присутствует подо льдом (как для рек/озер, так и для моря). Если вода присутствует в течение всего периода наблюдений (т.е. периода незамерзания), водный объект считается постоянной водной поверхностью. Если площадь водного объекта сокращается в течение периода разморозки, то пиксели вдоль границ озера или реки больше не являются водой, и эти пиксели будут считаться сезонной водной поверхностью.

Водохранилища – это искусственные (или созданные руками человека) пресноводные водоемы, в отличие от естественных озер. Набор данных о водохранилищах представляет данные о площади поверхности искусственных водоемов, включая водохранилища, образованные плотинами, затопленные территории, такие как карьеры, зоны затопления и водные объекты, созданные в результате гидротехнических проектов, таких как строительство водных путей и портов.

Внутренние водно-болотные угодья с растительностью включают болота, торфяники, топи, топи и болота, заросшие части пойм, а также рисовые поля и сельское хозяйство, пострадавшее от наводнений. Внутренние водно-болотные угодья с растительностью не включают прибрежные мангровые заросли. Данные о мангровых зарослях, которые выращиваются отдельно от внутренних водно-болотных угодий. Данная методология показателей ЦУР используется для официальной отчетности по статистике показателя

6.6.1 ЦУР. В методологии показателя 6.6.1 ЦУР не применяется определение водно-болотных угодий, определенное Рамсарской конвенцией о водно-болотных угодьях, а именно: «участки болот, топей, торфяников или водоемов, естественных или искусственных, постоянных или временных, с водой, которая находится в статическом состоянии». или проточные, пресные, солоноватые или соленые, включая участки морской воды, глубина которых во время отлива не превышает шести метров». Определение водно-болотных угодий, данное Рамсарской конвенцией, можно интерпретировать как означающее все воды на территории страны, включая морскую среду. Определение показателя 6.6.1 ЦУР относится только к определенной группе типов внутренних водно-болотных угодий с растительностью.

Мутность является показателем прозрачности воды, количественно определяя загрязнение воды и действуя как индикатор наличия подводного освещения.

Трофическое состояние относится к степени накопления органических веществ в водоеме и чаще всего используется для мониторинга эвтрофикации.

Поверхностные воды относятся к любой области поверхностных вод, не закрытой водной растительностью. Сюда входят следующие 3 категории экосистем, связанных с водой: реки и устья, озера и искусственные водоемы.

Распространение – учет был расширен за пределы пространственного охвата, чтобы зафиксировать дополнительные основные параметры, необходимые для защиты и восстановления связанных с водой экосистем. Охват включает в себя три компонента: пространственную протяженность или площадь поверхности, качество и количество связанных с водой экосистем.

Изменение означает переход от одного состояния распространения к другому с течением времени в пределах связанной с водой экосистемы, измеряемой относительно точки отсчета.

2.b. Единица измерения

Изменение пространственной площади / протяженности пресной воды: км², процент (%)

Изменение качества пресной воды: проценты (%)

Изменение количества пресной воды: миллионы кубометров в год

2.c. Классификации

- Стандартные коды стран или регионов для статистического использования (классификация стран и регионов UN M49).

3. Тип источника данных и метод сбора данных

3.a. Источники данных

Данные о площади поверхностных вод с разрешением 30 м были получены для всего земного шара за 2000-2021 годы путем анализа полного архива спутниковых изображений

Landsat 5, 7 и 8. Дополнительные наборы данных используются для уточнения пространственных данных об открытой воде, включая геопространственную базу данных Global Reservoir and Dam (GRanD). Для определения пространственной площади водно-болотных угодий с растительностью используется комбинация изображений Landsat 8 и Sentinel 1 и 2, а данные Global Mangrove Watch получаются со спутников JAXA ALOS и Landsat для определения площади мангровых зарослей. Качество воды, т. е. трофическое состояние воды в озере и наблюдения за TSS, основаны на данных Envisat MERIS (2006–2010 гг.) и Sentinel-3 OLCI (2017–2020 гг.) соответственно.

Рекомендуемым источником данных для мониторинга стока рек и количества подземных вод являются национальные измерения на месте уровня подземных вод в водоносных горизонтах и количества речного стока. Однако глобальные данные гидрологического моделирования также доступны и первоначально используются для измерения стока рек в рамках показателя ЦУР 6.6.1, заменяя необходимость сбора измерений стока рек на месте.

3.b. Метод сбора данных

Каждый подпоказатель (включая постоянные озера и речную площадь; сезонные озера и речную площадь; минимальную и максимальную площадь водохранилищ и качество воды; площадь внутренних водно-болотных угодий; площадь мангровых лесов; качество воды в озере) рассчитывается отдельно, и, таким образом, показатель 6.6.1 рассчитывается несколько раз с специфичными для каждого подпоказателя методами расчета. Данные, полученные на глобальном уровне с использованием измерений пространственных площадей, вычисляются сопоставимым и согласованным образом для различных типов экосистем, например: поверхностные воды, водно-болотные угодья, мангровые леса. Полученные на глобальном / национальном уровне данные о качестве воды рассчитываются с использованием параметров мутности и трофического состояния для определения показателя качества воды. Национальные данные о количестве воды в экосистемах используются для измерения речного стока и объемов грунтовых вод.

3.c. Календарь сбора данных

Сбор данных:

Ежегодная оценка глобальных спутниковых данных публикуется примерно в мае каждого года и загружается на портал данных SDG 661 (www.sdg661.app). Каждые три/четыре года данные передаются национальным координационным центрам для проверки.

3.d. Календарь выпуска данных

Первый отчетный цикл: июнь 2018 г.; Второй цикл отчетности: июнь 2020 г.; Третий отчетный цикл: июнь 2023 г.

3.e. Поставщики данных

1. Данные о постоянных водах, сезонных водах и водохранилищах - Объединенный исследовательский центр Европейской комиссии - Global Surface Water Explorer
2. Данные о мутности воды и трофическом состоянии - продукты European Copernicus Land Service
3. Данные о мангровых лесах - Global Mangrove Watch

4. Данные о водно-болотных угодьях - DHI A/S
5. Данные о речном стоке - A/S
6. Данные о подземных водах - национальные учреждения

3.f. Составители данных

1. Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП)

3.g. Институциональный мандат

Межведомственной экспертной группой по показателям ЦУР был предоставлен ЮНЕП мандат учреждения-хранителя показателя 6.6.1 ЦУР. В качестве хранителя ЮНЕП отвечает за разработку международно-сопоставимой методологии мониторинга и метаданных, при этом национальные данные, а также региональные и глобальные агрегированные данные передаются в глобальную базу данных по ЦУР, а эти статистические данные включаются в отчеты Генерального секретаря о ходе реализации ЦУР.

4. Иные методологические соображения

4.a. Обоснование

Задача 6.6 направлена на «защиту и восстановление связанных с водой экосистем, включая горы, леса, водно-болотные угодья, реки, водоносные горизонты и озера» с помощью показателя 6.6.1(a), который служит для того, чтобы понять, каким образом и почему эти экосистемы изменяются со временем. Все различные компоненты показателя 6.6.1(a) имеют важное значение для формирования всеобъемлющей картины, позволяющей принимать обоснованные решения в отношении охраны и восстановления связанных с водой экосистем. Однако, отсутствие данных в странах по показателю 6.6.1(a) стало очевидным благодаря пилотному тестированию 2017 года, и поэтому предлагается сочетание национальных данных и данных на основе спутниковых изображений. Все генерируемые данные обрабатываются с использованием международно признанных методологий, что приводит к созданию высококачественных глобальных наборов данных с обширными пространственными и временными масштабами.

4.b. Комментарии и ограничения

Чтобы поддержать страны в выполнении требований по мониторингу и отчетности по показателю 6.6.1 ЦУР, ЮНЕП взаимодействовала с партнерскими организациями в области разработки технически надежных и сопоставимых на международном уровне глобальных рядов данных, тем самым внося значительный вклад в восполнение пробела в данных по оценке изменений в масштабах экосистем, связанных с водой. Методология индикатора мобилизует сбор доступных данных наблюдения Земли по пространственной площади и параметрам качества воды. На 7-м заседании МГЭ-ЦУР в апреле 2018 года методология показателей была одобрена и отнесена к Tier II. Вскоре после этого, в ноябре 2018 года, он был переклассифицирован в методологию индикаторов Tier I. Классификация Уровня I означает, что индикатор концептуально ясен, имеет

международно-установленную методологию и стандарты, а данные регулярно собираются не менее чем 50 процентами стран и населения в каждом регионе, где показатель актуален. В полной методологии мониторинга показателя 6.6.1 ЦУР подробно описаны конкретные ограничения, связанные с производством данных для различных типов экосистем, относящихся к показателю 6.6.1 ЦУР, включая ссылки на публикации, касающиеся методологий получения данных.

Показатель 6.6.1 ЦУР предназначен для того, чтобы страны могли понять, в какой степени защита и восстановление различных типов экосистем, связанных с водой (например, озер, рек, водохранилищ, водно-болотных угодий, мангровых зарослей). Он не измеряет, сколько связанных с водой экосистем было защищено и восстановлено. Предполагается, что страны используют имеющиеся данные для активного принятия решений, но в настоящее время эти действия не оцениваются. Полученные данные следует рассматривать наряду с другими данными, в частности данными об изменениях в землепользовании и демографическими данными, чтобы страны могли лучше понимать движущие силы изменения экосистем и внедрять соответствующие политические и законодательные механизмы, необходимые для защиты и восстановления связанных с водой экосистем.

ЮНЕП периодически приглашает национальных контактных лиц для участия в консультациях с целью валидации национальных значений.

4.с. Метод расчета

Метод расчета:

Метод расчета представлен ниже для каждой из семи областей: (1) Постоянные и сезонные поверхностные воды; (2) Резервуары; (3) водно-болотные угодья; (4) Мангровые заросли; (5) Качество воды: мутность и трофическое состояние; (6) Речной сток; (7) Грунтовые воды.

1. Постоянные и сезонные поверхностные воды

Описание метода, используемого для глобального картирования всех поверхностных вод

Данные о пространственной и временной динамике естественных поверхностных вод были собраны для всего земного шара. Глобальный набор данных о поверхностных водах (Rekel et al., 2016) был подготовлен Объединенным исследовательским центром Европейской комиссии. Набор данных документирует различные аспекты долгосрочной (с 1984 года) динамики воды с разрешением 30x30 метров в пикселях. Набор данных документирует постоянные и сезонные поверхности поверхностных вод. Все природные поверхностные воды размером более 30x30 метров были нанесены на карту, и при этом пространственном разрешении с сеткой 30 метров / пиксель спутниковые снимки преимущественно захватывают участки озер и широких рек. Данные включают земельные участки, которые временно затоплены, такие как водно-болотные угодья и рисовые поля. Более мелкие реки и водоемы не захватываются, так как они слишком узкие, чтобы их можно было обнаружить, или они замаскированы лесным пологом. Данные включают отдельные изображения с полным разрешением, полученные со спутников Landsat 5, 7 и 8

и Sentinel 1. Эти спутники делают снимки, которые публично распространяются Геологической службой США и космической программой Европейского союза Copernicus. Вместе они обеспечивают мультиспектральные изображения с разрешением 30x30 метров в шести видимых, ближних и коротковолновых инфракрасных каналах, а также тепловые изображения с разрешением 60x60 метров.

Данные включают поверхности суши, находящиеся под водой (например, постоянную акваторию) в течение всех двенадцати месяцев в году. Он также учитывает сезонные и климатические колебания воды, то есть озера и реки, которые замерзают в течение части года. Области постоянного льда, такие как ледники и ледяные шапки, а также постоянно покрытые снегом участки суши не включаются. Области постоянного облачного покрова затрудняют наблюдение за водной поверхностью в некоторых областях, и в этих ограниченных местах оптические наблюдения могут быть недоступны. Глобальная маска береговой линии была применена к данным, чтобы предотвратить включение океанской воды в статистику пресной воды, и методология этой маски береговой линии опубликована в журнале оперативной океанографии (Sayer et al.2019).

Карты поверхностных вод получены на основе анализа более четырех миллионов изображений, собранных за 36 лет, которые были индивидуально обработаны с использованием классификатора экспертной системы. Точность глобальной карты поверхностных вод была определена с использованием более 40 000 контрольных точек со всего мира за 36 лет. Полная методология и результаты проверки были опубликованы в научном журнале Nature (см. Pekel et al., 2016). Результаты проверки показывают, что экспертная система обнаружения воды произвела менее 1% ложных обнаружений воды и что было пропущено менее 5% водных поверхностей.

Помимо сообщения о временных изменениях в площади постоянных и сезонных вод, портал данных ЦУР 6.6.1 (www.sdg661.app) также документирует различные переходы воды, связанные с постоянными и сезонными поверхностными водами - это изменения состояния воды между двумя точками. во время. Доступны данные для различных переходов, включая новые постоянные водные поверхности (т.е. преобразование места без воды в место с постоянным водоемом); потерянные постоянные водные поверхности (т.е. преобразование постоянного водоема в место без воды), а также новая и потерянная сезонная вода. Они позволяют ежемесячно собирать данные о наличии или отсутствии воды. Можно определить конкретные месяцы/годы, в которых условия изменились, например, дату строительства новой плотины или месяц/год, в котором исчезло озеро. Кроме того, предоставляются данные о сезонности, отражающие изменения, возникающие в результате внутри- и межгодовой изменчивости или в результате появления или исчезновения сезонных или постоянных водных поверхностей. Данные отделяют «постоянные» водоемы (те, которые присутствуют на протяжении всего периода наблюдения) [номинально год] от «сезонных» (тех, которые присутствуют только часть года).

Расчет изменения площади постоянных и сезонных поверхностных вод

Данные о динамике поверхностных вод доступны за 36-летний период, начиная с 1984 года. Каждый год создаются и добавляются к этому временному ряду новые годовые

данные о сезонном и постоянном объеме воды. Показатель ЦУР 6.6.1. был разработан для измерения изменений в пресноводных экосистемах в период с 2000 по 2030 годы. Поскольку пресноводные экосистемы (включая поверхностные водные объекты) динамичны, необходимы длинные временные ряды годовых данных для выявления изменений, которые значительно отклоняются от долгосрочного среднего значения. Поэтому изменения в поверхностных водных объектах измеряются через пятилетние интервалы относительно 20-летнего базисного периода (2000–2019 гг.) и на основе ежегодного агрегирования ежемесячных карт появления воды, полученных на основе временных рядов данных Landsat. Математически изменение пространственной протяженности постоянных и сезонных вод рассчитывается по уравнению 1:

$$\text{Уравнение 1: } \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

Где:

Δ – процентное изменение пространственной протяженности

β – медианная пространственная протяженность за базовый учетный период (2000–2019 гг.);

γ – медианная пространственная протяженность за последний пятилетний отчетный период (например, 2018–2022 гг.).

Уравнение 1 применяется для измерения изменений как в постоянных водах (ср. с водой, наблюдаемой круглый год), так и с сезонными водами (ср. с водой, наблюдаемой менее 12 месяцев в году).

Природа этой формулы дает значения процентного изменения как положительные или отрицательные, что помогает указать, как изменяется пространственная область. На портале данных ЦУР по показателю 6.6.1 статистика отображается с использованием как положительных, так и отрицательных символов. Для интерпретации статистики, если значение отображается как положительное, статистика представляет собой прирост площади, а если значение отображается как отрицательное, оно представляет собой потерю площади поверхности.

Использование «положительной» и «отрицательной» терминологии не означает положительного или отрицательного состояния контролируемой водной экосистемы. Увеличение или уменьшение площади поверхностных вод может быть полезным или вредным. Результирующее влияние увеличения или уменьшения площади поверхности должно быть контекстуализировано на местном уровне. Полученная статистика процентного изменения показывает, как общая площадь озер, рек в пределах данной границы (например, в национальном масштабе) изменяется с течением времени. Статистические данные процентных изменений, агрегированные в национальном масштабе, следует интерпретировать с некоторой степенью осторожности, поскольку эти статистические данные отражают площади всех озер и рек в пределах границ страны. По этой причине также доступны субнациональные статистические данные, в том числе в бассейновом и суббассейновом масштабах. Статистические данные, полученные в этих

меньших масштабах, отражают изменения площади для меньшего количества озер и рек в пределах бассейна или части бассейна, что позволяет принимать локальные решения для конкретных водоемов.

2. Водохранилища

Описание метода, используемого для глобального картирования изменений площади поверхности водохранилища

Набор данных о глобальной динамике коллектора был подготовлен Совместным исследовательским центром Европейской комиссии. Набор данных документирует долгосрочную (с 1984 г.) пространственную динамику области 8 869 водохранилищ с разрешением 30x30 метров в пикселях. Набор данных водохранилищ представляет данные о площади поверхности искусственных водоемов, включая водохранилища, образованные дамбами, затопленные территории, такие как карьеры и водные объекты, созданные в результате гидротехнических проектов, таких как строительство водных путей и гаваней. На карте ниже показаны резервуары с максимальной протяженностью. Набор данных будет постепенно дополняться и постоянно обновляться с учетом новых построенных резервуаров. Каждый резервуар документируется как отдельный объект с присвоенным уникальным идентификатором. Набор данных о водохранилищах получен из набора данных Global Surface Water Explorer (GSWE), к которому применен классификатор экспертной системы, предназначенный для разделения естественных и искусственных водоемов. Классификатор экспертных систем является непараметрическим для учета неопределенности данных, включения опыта интерпретации изображений в процесс классификации и использования нескольких источников данных. Экспертная система была разработана для разграничения естественной и искусственной воды с использованием подхода доказательной аргументации; географическое положение и временное поведение каждого пикселя; и дополнялся следующими наборами данных:

- **Global Surface Water Explorer (Pekel et al., 2016):** этот набор данных, который отображает местоположение и долгосрочное (с 1984 года) временное распределение водных поверхностей в глобальном масштабе. Карты показывают различные аспекты динамики поверхностных вод и документируют, где и когда на поверхности Земли была открытая вода. Карты включают в себя естественные (реки, озера, прибрежные окраины и заболоченные территории) и искусственные водные объекты (водохранилища, образованные дамбами, затопляемые территории, такие как карьеры, зоны паводкового орошения, такие как рисовые поля, и водоемы, созданные в результате гидротехнических проектов, таких как строительство водных путей и гаваней). Полная история любой водной поверхности может быть доступна в пиксельном масштабе в виде временного профиля. Эти профили позволяют идентифицировать конкретные месяцы или годы, в течение которых менялись условия, например дата создания новой плотины или месяц или год исчезновения озера. Набор данных GSWE постоянно обновляется, обеспечивая последовательный глобальный мониторинг открытых водоемов.
- **Глобальная база данных по водохранилищам и плотинам (Lehner et al, 2011):** Глобальная база данных по водохранилищам и плотинам v1.3 является результатом

международных усилий по сопоставлению существующих наборов данных о плотинах и водохранилищах с целью предоставления единой, географически точной и надежной базы данных для научного сообщества. Первоначальная версия (v1.1) GRanD содержит 6862 записи резервуаров. Последняя версия (v1.3) дополняет v1.1 дополнительными 458 резервуарами и связанными с ними плотинами, чтобы довести общее количество записей до 7320.

- **Глобальная цифровая модель поверхности:** ALOS World 3D - 30m – это набор данных глобальной цифровой модели поверхности (DSM) с горизонтальным разрешением примерно 30 метров (сетка 1 угловая секунда). Набор данных основан на наборе данных DSM (версия с 5-метровой сеткой) World 3D Topographic Data. Более подробная информация доступна в документации по набору данных здесь.
- **Цифровые данные о высоте (Farr et al, 2004 г.):** Миссия по изучению топографии радара челнока (SRTM, см. Фарр и др. 2007) - это набор цифровых данных о высоте с разрешением 30 метров, предоставленный НАСА JPL с разрешением в 1 угловую секунду.

Расчет степени изменения площади водохранилища с течением времени

Данные о площадях водохранилищ доступны ежемесячно за 38-летний период, начиная с 1984 года. Каждый год создаются и добавляются к этому временному ряду новые годовые данные о минимальной и максимальной площади водохранилища. Для расчета процентного изменения площади водохранилища был определен долгосрочный базовый период, который необходимо сравнить с любым последующим 5-летним целевым периодом. Математически изменение пространственной протяженности резервуаров рассчитывается по уравнению 2:

$$\text{Уравнение 2: } \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

Где:

Δ – процентное изменение пространственной протяженности

β – потеря постоянной воды (т. е. преобразование постоянного водоема в место, где нет воды)

γ – медианная пространственная протяженность за последний пятилетний отчетный период (например, 2018–2022 гг.).

Уравнение 2 применяется для измерения изменений минимальной протяженности резервуара, который, возможно, является наиболее важным параметром для мониторинга резервуара.

- Минимальная водоемкость водохранилищ – это наименьшая наблюдаемая (или минимальная) площадь поверхности водохранилищ за год (внутригодовое измерение). Этот минимальный размер варьируется от года к году. Данные показывают, насколько изменилась годовая минимальная площадь поверхности водохранилищ по сравнению с базисным периодом. Это изменение рассчитывается путем сравнения минимальной протяженности последних пяти лет с пятилетним

базисным периодом (2000-2004 гг.). Изменение – это либо прибыль, либо убыток, показанные как в процентах, так и в единицах измерения – км².

- Максимальная протяженность водохранилищ – это внутригодовое измерение, соответствующее наивысшей наблюдаемой (или максимальной) протяженности водохранилища за год. Данные показывают, насколько изменилась годовая максимальная площадь поверхности водохранилищ по сравнению с базовым периодом. Это изменение рассчитывается путем сравнения максимальной площади за последние пять лет с пятилетним базисным периодом (2000-2004 гг.). Изменение – это либо прибыль, либо убыток, показанные как в процентах, так и в единицах измерения – км².

Известные ограничения и возможности для улучшений.

Текущая версия набора данных Global Reservoir Dynamics имеет следующие известные ограничения:

- Некоторые водохранилища, построенные до 1984 года, могут отсутствовать;
- Водоемы площадью менее 3 га (30 000 квадратных метров) могут отсутствовать;
- Могут отсутствовать ответвления водоёмов шириной менее 30 метров.
- Global Reservoir Dynamics использует ЦМР SRTM/ALOS, но доступны новые улучшенные ЦМР (например, GLO-30 DEM¹).

3. Водно-болотные угодья

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

Водно-болотные угодья, покрытые растительностью, нанесены на карту в соответствии со следующим определением: «Водно-болотные угодья, покрытые растительностью, включают территории маршей, торфяников, болот и топей, покрытые растительностью части затопляемых равнин, а также рисовые поля и сельское хозяйство в условиях затопления». Этот подпоказатель измеряет только водно-болотные угодья, покрытые растительностью, а не прибрежные мангровые леса (см. Раздел 3.5 настоящей методологии по мангровым лесам). Эта методология показателя ЦУР используется для официальной отчетности по статистике показателя ЦУР 6.6.1. Была составлена глобальная геопространственная карта с высоким разрешением внутренних растительных водно-болотных угодий с подробным описанием пространственной площади водно-болотных угодий по каждой стране. Данные о водно-болотных угодьях были подготовлены для поддержки стран в мониторинге их экосистем водно-болотных угодий и устранения существующего глобального пробела в данных. В методе производства данных используется согласованный механизм мониторинга водно-болотных угодий, основанный на данных спутникового наблюдения Земли, а глобальная карта включает всю поверхность суши Земли, за исключением Антарктиды и нескольких небольших островов. Поскольку водно-болотные угодья склонны к большим годовым колебаниям, были собраны многолетние данные, чтобы выровнять потенциальные годовые отклонения и

¹ Европейское космическое агентство, Синергизе (2021 г.). Глобальная цифровая модель рельефа Коперника. Распространяется OpenTopography. <https://doi.org/10.5069/G9028PQB>. Доступ: 24 марта 2024 г.

создать надежную оценку площади водно-болотных угодий. Данные были собраны за 2016, 2017 и 2018 годы и объединены для получения базового измерения площади водно-болотных угодий (в км²).

Будущие ежегодные обновления позволят составлять статистические данные об изменении водно-болотных угодий, и, когда они будут доступны, они будут отображаться на портале данных по ЦУР 6.6.1. Прогнозирование площади водно-болотных угодий с использованием данных наблюдения Земли основывается на четырех компонентах: стратификации, обучающих данных, машинном обучении и постобработке. Подход использует все доступные данные со спутников Sentinel-1, Sentinel-2 и Landsat 8 для прогнозирования вероятности заболоченных территорий. Цифровая модель рельефа используется для уточнения прогнозов водно-болотных угодий, а процедура последующей обработки преобразует карту вероятности водно-болотных угодий в карту территории водно-болотных угодий. Кроме того, используется топографическая информация из цифровых моделей рельефа (ЦМР), полученных со спутников. Около 4 миллионов спутниковых изображений объемом 2,8 петабайта данных были проанализированы и классифицированы как водно-болотные угодья и не болотные угодья с использованием автоматизированной модели машинного обучения. Пользователи глобальной карты водно-болотных угодий должны знать, что карта представляет собой первую оперативную оценку глобального распределения покрытых растительностью водно-болотных угодий. Применяемая методология определяет внутренние водно-болотные угодья, покрытые растительностью. Это может привести к недооценке по сравнению с национальной статистикой, которая может включать показатели по поверхностным водам и прибрежным/морским водно-болотным угодьям.



Рисунок 1. Рабочий процесс картирования глобальной площади водно-болотных угодий

Точность имеющихся данных о водно-болотных угодьях составляет примерно 70%, а данные о водно-болотных угодьях со 100% точностью в настоящее время невозможны.

Хотя он основан на научно обоснованном и надежном подходе к картированию, в прогнозах по водно-болотным угодьям неизбежно будут неточности как с точки зрения комиссионных, так и упущенных ошибок. Заметными ошибками комиссии являются, например, участки высокоинтенсивного орошаемого земледелия, классифицируемые как водно-болотные угодья, поскольку они напоминают многие спектральные характеристики, присущие водно-болотным угодьям (например, высокая влажность и присутствие растительности даже в засушливый сезон). Ошибки из-за пропусков в основном связаны с большим разнообразием водно-болотных угодий. Также стоит отметить, что, поскольку карта учитывает только водно-болотные угодья с растительностью, она может привести к занижению оценок по сравнению с национальной статистикой, которая обычно объединяет показатели поверхностных вод и прибрежных/морских водно-болотных угодий.

Расчет изменения площади водно-болотных угодий по странам

Никаких изменений в площади поверхности еще не рассчитано. Тем не менее, базовая площадь поверхности была рассчитана для каждой страны. В этой методологии используется базовый уровень 2017 года (на основе входных данных изображений с 2016 по 2018 год для выравнивания потенциальных годовых погрешностей). В дальнейшем обновления этих наборов данных по водно-болотным угодьям будут производиться ежегодно. Как только обновление будет произведено, можно будет рассчитать изменение площади водно-болотных угодий по сравнению с базовым периодом. Используя этот базовый период, процентное изменение пространственного экстенда рассчитывается по уравнению 3:

$$\text{Уравнение 3: } \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

Где:

Δ – процентное изменение пространственной протяженности;

β – пространственная площадь водно-болотных угодий за базовый базисный период.

γ – пространственная площадь за отчетный период.

Известные ограничения данных:

Несмотря на все усилия по обучению модели на самом широком спектре водно-болотных угодий, существуют типы водно-болотных угодий и примеры поведения водно-болотных угодий, которые не будут адекватно отражены в глобальной модели. Например, некоторые временные водно-болотные угодья редко бывают затоплены или влажными и поэтому часто не попадают в наборы спутниковых данных. В других случаях влажная часть водно-болотных угодий может располагаться под густым растительным покровом, что трудно оценить с помощью данных наблюдения Земли, где наличие воды/влажных условий нелегко обнаружить.

- Применяется только региональная стратификация, включая страты, охватывающие несколько стран. Использование более тонкого уровня стратификации поможет улучшить прогнозы местных / национальных водно-болотных угодий;

- Точность карты водно-болотных угодий еще больше повысится после сопоставления с большим количеством национальных инвентаризаций водно-болотных угодий и наземных проверок;
- Информация о местности, полученная со спутниковых ЦМР, является ключевым исходным материалом для глобального картирования водно-болотных угодий. Текущие базовые наборы данных - это 30-метровая ЦМР SRTM, которая покрывает земной шар от 60 ° северной широты до 56 ° южной широты, в то время как для региона к северу от 60 ° северной широты использовалась модель ЦМР с более низким разрешением 90 метров. Существуют варианты для 30-метровых ЦМР к северу от 60 ° с.ш., и их следует рассмотреть в будущих обновлениях;
- Малые острова и, возможно, даже целые малые островные государства не входят в план приобретения спутников Sentinel. В результате для этих территорий не было выполнено никаких прогнозов водно-болотных угодий. Можно будет разработать отдельные модели для этих отсутствующих островов, используя альтернативные входные спутниковые данные (например, используя только Landsat).

В будущих обновлениях и итерациях карты водно-болотных угодий будут устранены вышеуказанные ограничения, включая потенциальный переход к модели глубокого обучения, чтобы более четко отражать временные и пространственные аспекты прогнозов водно-болотных угодий. Несмотря на ограничения методологии, создание карт водно-болотных угодий с высоким разрешением для всего земного шара находится на переднем крае доступных в настоящее время технологий и вычислительных мощностей. Это огромный шаг вперед в направлении предоставления точных, статистически надежных данных о водно-болотных угодьях.

4. Мангровые заросли

Описание метода измерения площади мангровых зарослей

Глобальные карты площади мангровых лесов были составлены в два этапа: сначала была составлена глобальная карта, показывающая площадь мангровых лесов (за 2010 год), а затем было построено шесть дополнительных годовых слоев данных (за 1996, 2007, 2008, 2009, 2015 и 2016 годы) (Bunting et al., 2018). Метод использует комбинацию радиолокационных (ALOS PALSAR) и оптических (Landsat-5, -7) спутниковых данных. Приблизительно 15 000 сцен Landsat и 1500 мозаичных плиток ALOS PALSAR (1 x 1 градус) были использованы для создания композитных оптических и радиолокационных изображений, покрывающих береговые линии вдоль тропических и субтропических береговых линий в Северной и Южной Америке, Африке, Азии и Океании. Классификация была ограничена использованием маски среды обитания мангровых лесов, которая определяла регионы, где можно ожидать существования мангровых экосистем. Определение среды обитания мангровых лесов было создано на основе географических параметров, таких как широта, высота над уровнем моря и расстояние от воды океана. Обучение маске среды обитания и классификации маски мангровых лесов 2010 года было основано на случайной выборке около 38 миллионов точек с использованием исторических карт мангровых зарослей за 2000 год (Giri et al., 2010; Spalding et al., 2010),

карт распространения воды (Pekel et al, 2017) и данные цифровой модели рельефа (SRTM-30).

Карты для других шести эпох были получены путем обнаружения и классификации потерь мангровых лесов (определяемых как уменьшение интенсивности обратного рассеяния радара) и усиления мангровых лесов (определенного и увеличения обратного рассеяния) между данными ALOS PALSAR 2010 года, с одной стороны, и JERS-1. С другой стороны, данные SAR (1996), ALOS PALSAR (2007, 2008 и 2009) и ALOS-2 PALSAR-2 (2015 и 2016). Пиксели изменения для каждого годового набора данных затем добавлялись или удалялись из базовой растровой маски 2010 года (буферизованной, чтобы позволить обнаружение прироста мангровых лесов также непосредственно за пределами маски) для создания годовых карт распространенности.

Точность классификации базового набора данных за 2010 год оценивалась примерно по 53 800 случайно выбранным точкам в 20 случайно выбранных регионах. Общая точность была оценена в 95,25%, в то время как точность пользователя (ошибка комиссии) и производителя (ошибка упущения) для класса мангровых деревьев была оценена в 97,5% и 94,0% соответственно. Точность классификации изменений оценивалась более чем в 45 000 баллов при общей точности 75,0%. Точность Пользователя по классам потерь, прибылей и без изменений соответственно оценивается в 66,5%, 73,1% и 83,5%. Соответствующие точности производителей для трех классов были оценены как 87,5%, 73,0% и 69,0% соответственно.

Расчет площади мангровых лесов на страну:

Данные о площади мангровых зарослей доступны за 1996, 2007, 2008, 2009, 2010, 2015 и 2016 годы. Новые годовые данные за 2017 и 2018 годы будут опубликованы в 2021 году, а годовые данные с 2019 года и далее запланированы на 2022 год. Для национальной статистики для мониторинга показателя 6.6.1. 2000 год использовался в качестве прокси на основе годового набора данных за 1996 год, чтобы согласовать этот исходный уровень с базовым уровнем набора данных о поверхностных водах. Площадь национальных мангровых лесов на 2000 год будет использоваться в качестве базового базисного периода. Годовая площадь мангровых лесов сравнивается с этим базовым годом. Процентное изменение пространственной протяженности рассчитывается по уравнению 3: Используя уравнение 3 для расчета процентного изменения пространственной протяженности мангровых зарослей, используется следующее объяснение:

$$\text{Уравнение 4: } \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

Δ – процентное изменение пространственной протяженности;

Где β = национальная пространственная протяженность с 2000 г.

Где γ = национальная пространственная протяженность любого другого последующего годового периода.

Ограничения по данным о мангровых лесах:

- Карта мангровых лесов представляет собой глобальный набор данных, и поэтому не следует ожидать, что она повсюду достигнет такого же высокого уровня точности, как карта местного масштаба, полученная в результате наземных съемок или с использованием геопространственных данных с очень высоким пространственным разрешением. Картирование глобального района с использованием согласованных данных и методов - хотя и дополнено наземными данными для калибровки и проверки - по логистическим причинам обычно требует компромисса с точки зрения точности местного масштаба. Тем не менее, глобальные карты можно улучшить на местном (или национальном) уровне, добавив более точную информацию (данные на местах и данные с воздуха или дронов) для обучения и повторной классификации.
- Несколько различных факторов могут повлиять на точность классификации, включая доступность спутниковых данных, видовой состав мангровых лесов и уровень деградации.
- В то время как исходный интервал между пикселями спутниковых данных, используемых для картографирования, составляет 25-30 метров, рекомендуется минимальная единица картографирования примерно в 1 гектар из-за неопределенности классификации одного пикселя. Ошибки классификации (в частности, ошибки упущения) обычно увеличиваются в районах нарушения и фрагментации, таких как пруды для аквакультуры, а также вдоль речных или прибрежных рифовых мангровых лесов, которые образуют узкие полосы береговой линии размером в несколько пикселей.
- В целом, граница мангровых лесов со стороны моря определяется более точно, чем со стороны суши, где различие между мангровыми лесами и некоторыми видами водно-болотных угодий или наземной растительностью может быть нечетким.
- Артефакты полос из-за ошибки линии сканирования Landsat-7 присутствуют в некоторых областях, особенно в регионах Западной Африки из-за отсутствия данных Landsat-5 и стойкого 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 (Великобритания); Острова Чагос; Остров Европы (Франция); Фиджи (часть к востоку от Антемеридиана); Гуам и Сайпан (США); Кирибати; Мальдивы; Маршалловы острова; Перу (к югу от широты S4°) и острова Уоллис и Футуна (Франция).
- Как и в случае с картографированием водно-болотных угодий, получение данных о мангровых лесах с высоким разрешением для всего земного шара находится на переднем крае доступных в настоящее время технологий и вычислительных мощностей. Он представляет собой огромный шаг вперед в направлении предоставления точных, статистически надежных данных о мангровых лесах, которые можно постоянно обновлять.

5. Качество воды: Мутность и трофическое состояние

Описание метода, используемого для глобального картирования площади водохранилища

Глобальный набор данных для измерения качества воды для показателя 6.6.1 ЦУР включает два параметра воды в озере:

1. Мутность (ТУР) и
2. Индекс трофического состояния (TSI).

Оба параметра могут использоваться для определения конкретного состояния или качества пресноводного водоема. Мутность — ключевой показатель прозрачности воды, количественно определяющий мутность воды и действующий как индикатор наличия подводного света. Индекс трофического состояния обозначает степень накопления органических веществ в водоеме и чаще всего используется для мониторинга эвтрофикации. Мутность рассчитывается на основе оценок концентрации взвешенных веществ (Binding et al., 2018²), а индекс трофического состояния рассчитывается на основе биомассы фитопланктона с использованием хлорофилла-а (таблица 3).

Таблица 3: Индекс трофического состояния и соответствующие классы концентрации хлорофилла-а (по Карлсону (1977))

Таблица 3: Индекс трофического состояния и соответствующие классы концентрации хлорофилла-а (согласно Carlson (1977))

Трофическая классификация	Индекс трофического состояния, значения TSI Copernicus Global Land Service	Хлорофилл-а (мкг / л) (верхний предел)
Олиготрофный	0	0.04
	10	0.12
	20	0.34
	30	0.94
Мезотрофный	40	2.6
	50	6.4
Эвтрофный	60	20
	70	56
Гиперэвтрофный	80	154
	90	427
	100	1183

Продукты отображаются с разрешением пикселей 300x300 метров и собирают ежемесячные данные в общей сложности по 4265 озерам и охватывают две эпохи: 2006–

² Биндинг К., Стамф Р.П., Шеффер Б.А., Тайлер А. и Хантер П., 2018. Глава 2: Введение в получение показателей качества воды со спутников. Отчеты и монографии Международной координационной группы по цвету океана (IOCCG), 17, стр. 15–28.

2010 и 2017–2020 годы. Каждое озеро имеет индивидуальную идентификационную информацию, позволяющую связать его с другими наборами гидрологических данных. Доступен список всех идентификаторов озер и дополнительная информация (местоположение, название – если известно, площадь).

Продукты за период 2006–2010 годов основаны на наблюдениях миссии Envisat MERIS, тогда как продукты за 2017–2020 годы получены с помощью датчиков OLCI на борту Sentinel 3. Для повышения точности данных применялись карты земельных/водных буферов, а также карты льда. данные. Параметры качества воды, полученные с помощью ЭМ, по своей сути трудно проверить, поскольку они сильно зависят от конкретной среды озера, а для большинства озер отсутствуют подходящие данные для проверки на месте. Тем не менее, общий опыт применения ЭО для определения качества воды показывает, что результаты, как правило, соответствуют ожидаемым пространственно-временным закономерностям и хорошо сравниваются с опубликованными цифрами (Gholizadeh et al., 2016).

Расчет статистики индекса мутности и трофического состояния

Базовый базисный период был составлен на основе среднемесячных значений за 5 лет наблюдений за период 2006-2010 гг. На основе этих пятилетних данных были получены 12 среднемесячных значений (по одному на каждый месяц года) как для трофического состояния, так и для мутности. Затем используется дополнительный набор наблюдений для расчета изменений по сравнению с исходными данными. Эти ежемесячные данные включают 2017, 2018, 2019, 2020 и 2021 года. Были выведены 12 среднемесячных значений за эти три года.

Месячное отклонение от многолетней базовой линии вычисляется с использованием следующего уравнения:

$$\text{Уравнение 5: } \frac{\text{Среднемесячное значение} - \text{базовый месячный показатель}}{\text{Базовый месячный показатель}} \times 100$$

Для каждого пикселя и для каждого месяца было подсчитано количество действительных наблюдений и количество месяцев, в которых были ежемесячные отклонения, попадание в один из следующих диапазонов значений: 0-25% (низкий), 25-50% (средний), 50-75% (высокий), 75-100% (экстремальный). Также производится годовой синтез отклонений.

Также производится соответствующий синтез годовых отклонений, и для каждого целевого года рассчитывается и сообщается количество «затронутых» озер по отношению к общему количеству озер. Затронутое озеро определяется как озеро, к которому применяются следующие условия: (высокий+экстремальный) > (низкий+средний).

Данные представляют собой количество озер, подвергшихся воздействию ухудшения экологических условий (т.е. показывающих отклонение мутности и трофического состояния от исходного уровня) по сравнению с общим количеством озер в стране. Данные не показывают, считается ли озеро хорошего или плохого качества, а свидетельствуют только о том, что произошло и было зарегистрировано событие, связанное с водой в озере. Каждое событие считается признаком ухудшения качества воды; однако важно отметить, что мутность и трофическое состояние включены в

индикатор 6.6.1 как косвенные (или косвенные) индикаторы качества воды. Эти два параметра не являются прямым измерением качества воды; однако они очень успешно выполняют роль прокси. Таким образом, прокси-параметры используются для оповещения стран об этих событиях, побуждая страны выяснить, почему произошло событие, и определить, требуются ли какие-либо корректирующие действия. Вы можете отследить, когда произошли сильные и экстремальные события, в рамках расширенного анализа данных.

Известные ограничения данных о качестве воды:

- Основным ограничивающим фактором спутниковой оценки качества воды является нехватка доступных данных на месте, необходимых для настройки и проверки алгоритмов. Без специальных полевых кампаний, автоматизированных станций мониторинга и механизмов обмена данными среди населения это, вероятно, останется основным источником неопределенности в отношении продукции в течение нескольких лет;
- Предполагается, что мелкие озера, а также влияние льда/снега способствуют наблюдаемому повышению уровня мутности в высоких северных широтах.

6. Течение реки

Измерение или моделирование речного стока (расхода)

Расход реки и устья, или объем воды, движущейся вниз по течению в единицу времени, является важным показателем для понимания количества воды в экосистеме и ее доступности для использования человеком. Страны должны предоставлять общий годовой сток на одну большую реку, чтобы наблюдать за изменением расхода реки с течением времени.

Подпоказатель речного стока измеряет изменения объема воды, стекающей вниз по течению в реках и эстуариях, также называемых речным стоком. Хотя методология, предусмотренная для этого подпоказателя, является гибкой и зависит от особенностей стран, состояния их речных бассейнов и имеющихся национальных ресурсов, страны должны придерживаться следующих основных руководящих принципов мониторинга и отчетности:

- Страны обязаны предоставлять данные об общем годовом расходе воды для всех крупных рек и отслеживать изменения в речном стоке по годам.
- Данные о расходе воды из каждой крупной контролируемой реки следует собирать не реже одного раза в месяц. Затем эти данные следует усреднить для получения среднегодового расхода воды на реку.
- Каждый бассейн должен иметь как минимум одно место отбора проб – в месте выхода воды из него в другой бассейн или в месте выхода из основных притоков.

Методы мониторинга стока рек на месте являются гибкими и могут включать в себя гидрометрические станции, измерители течения или даже моделирование расходов на основе гидрологических/гидравлических моделей (предпочтительно дополняться данными на месте, где это возможно, для обеспечения точности).

В то время как вспомогательный индикатор речного стока в первую очередь предназначен для измерения на месте с использованием таких методов, как гидрометрические станции и счетчики расхода. Доступность натуральных наблюдений пространственно неоднородна и недостаточна во многих частях мира. Кроме того, крупномасштабные сети мониторинга дороги и во многих случаях непрактичны, особенно для крупномасштабных или подземных процессов, таких как динамика подземных вод. Речной поток (и грунтовые воды) нельзя наблюдать напрямую из космоса, но их можно смоделировать, объединив наблюдения с Земли и численное моделирование.

В ответ на эту ситуацию был принят подход к моделированию для глобальной отчетности об изменениях речного стока. Этот подход основан на глобальной гидрологической модели DHI (DHI-GHM), которая обеспечивает моделирование исторических, 10-дневных и сезонных прогнозов в реальном времени в глобальном масштабе. DHI-GHM состоит из модели осадков и стока с распределенной сеткой с пространственным разрешением $0,1^\circ$ и модели гибкой кинематической маршрутизации, которая перемещает воду между ячейками сетки модели и суббассейнами, а также в речной системе. Результаты модели включают гидрологические переменные, привязанные к координатной сетке, такие как влажность почвы и различные компоненты стока, а также расход в более чем 1 миллионе речных точек по всему миру (Murray et al., 2023).

С помощью модели DHI-GHM ежемесячные данные о расходе рек с 2000 года получаются для всех соответствующих водных бассейнов уровня 12 и используются для оценки годовых данных о минимальном и максимальном речном стоке. Речные стоки из устьев бассейнов 12-го уровня, служащих водосборными бассейнами более высоких уровней, агрегируются для расчета стоков бассейнов более высокого уровня. Общий годовой мин./макс. Расходы по странам рассчитываются как сумма расходов во всех устьях рек, входящих в данную страну.

Для расчета процентного изменения стока реки за 20-летний базовый период годовой минимум и максимальный расход рассчитываются на национальном уровне и для каждого уровня суббассейна. Этот базовый период используется для расчета процентного изменения расхода воды для любого последующего пятилетнего периода (см. уравнение 6).

$$\text{Уравнение 6: } \Delta = \frac{\gamma - \beta}{\beta} \times 100$$

где

Δ = процентное изменение стока реки

β = исторический эталонный расход за 20 лет, т.е. медиана годового минимального и максимального расхода в период 2000-2019 гг.

γ = медиана годового мин./макс. сброс за 5-летний отчетный период (например, 2017-2021 гг.).

Изменения речного стока рассчитываются на национальном и субнациональном уровне для всех уровней водных бассейнов.

Важные соображения:

В этом разделе описываются ключевые аспекты мониторинга сбросов и приводятся критерии для данных о сбросах, сгенерированных для поддержки Показателя 6.6.1.

Общие методы мониторинга на месте: существует множество методов мониторинга сброса на месте, и выбор должен основываться на размере и типе водоема, рельефе и скорости потока воды, желаемой точности измерения, а также имеющихся финансовых средствах. Два наиболее распространенных и доступных подхода - это гидропосты и микро-или-электромагнитные гидрометрические вертушки. Во многих странах гидрометрические станции являются наиболее распространенным средством измерения расхода воды в реке, поскольку они позволяют даже осуществлять непрерывный и часто в режиме реального времени мониторинг. Это фиксированные местоположения вдоль реки или устья, где отслеживается изменение уровня (стадии) поверхности воды в местах, где существует уникальная взаимосвязь между стадией и потоком, и может быть построена так называемая оценочная кривая. Высота поверхности воды (стадия) фиксируется часто, а расход оценивается, чаще всего с ежемесячными интервалами, но во многих местах это доступно с дневными интервалами или даже постоянно. Счетчики тока и другие инструменты могут использоваться для контроля расхода и расчета расхода. Например, пропеллерные, пигмеевские или электромагнитные измерители тока часто используются для измерения скорости и могут использоваться в сочетании с методами измерения площади поперечного сечения для определения расхода. Акустические доплеровские профилометры течений (ADCP) широко используются для крупных рек/эстуариев для точного измерения глубины русла, скорости и расхода. Их часто прикрепляют к лодкам и тащат вдоль водоема, но можно найти и постоянные установки, излучающие акустические волны и измеряющие акустическую отражательную способность. Измерители и инструменты, такие как ADCP, значительно дороже, чем другие методы измерения, и требуют квалифицированных операторов и хороших программ обслуживания. Однако для больших рек они могут быть наиболее подходящим вариантом, особенно в условиях высокого стока.

Место проведения мониторинга: выбранный метод мониторинга может указывать на то, где вдоль реки или устья происходит улавливание стока. Например, если установлены фиксированные водосливы, здесь всегда будет проводиться мониторинг. Поскольку мониторинг сброса на месте может быть затратным по времени и средствам, рекомендуется выбирать стратегические местоположения, которые представляют собой целую реку или эстуарий. Минимальные усилия по мониторингу состоят в том, чтобы определить местонахождение одного места измерения расхода в непосредственной близости от выхода из каждого бассейна (в другой бассейн). Кроме того, мониторинг на выходе из всех основных притоков добавляет существенный уровень информации. Если есть местное воздействие на сброс из-за человеческого влияния, то рекомендуется контролировать поток вверх и вниз по течению от этих участков, чтобы можно было управлять общей ситуацией.

Частота мониторинга: количество воды в реке или устье может быстро меняться в зависимости от осадков и погодных условий. Чем больше данных о разрядах, тем выше

точность этих данных о разрядах. Однако, опять же, важно сосредоточить усилия и выбрать стратегическую частоту мониторинга. В идеале данные о сбросах следует собирать в определенном месте как минимум раз в месяц (в идеале - с ежедневной периодичностью), а затем эти данные можно использовать для определения годовых и долгосрочных тенденций. На количество воды в эстуариях могут существенно влиять приливные притоки, поэтому этот показатель ограничивается притоком пресной воды в эстуарий из верхнего течения реки.

Моделирование сброса: в дополнение к мониторингу на месте, на который всегда влияют все формы замедления потока, накопления или забора вверх по течению, сброс также может быть смоделирован на основе одной из многих доступных моделей, которые используют, среди прочего, данные о климате и землепользовании, для оценки как естественных, так и современных потоков. Применения гидрологических моделей доступны во всем мире, и в некоторых странах эти или аналогичные модели были разработаны для местного контекста и откалиброваны с использованием реальных данных измерений. Рекомендуется, чтобы смоделированные данные о расходе дополнялись данными измерений на месте, где это возможно, для обеспечения точности. Концептуальные гидрологические модели для оценки стока и расхода обычно в меньшей степени поддаются обнаружению воздействия незначительных изменений земного покрова на сток с течением времени, поскольку модели калибруются на основе исторических данных о потоках и связанных с ними условий землепользования.

7. Грунтовые воды

Измерение количества подземных вод в водоносных горизонтах

Изменения количества грунтовых вод в водоносных горизонтах – важная информация для многих стран, которые сильно зависят от наличия грунтовых вод. Для целей Показателя 6.6.1 мониторинг изменений уровня грунтовых вод дает хорошее представление об изменениях в воде, хранящейся в водоносном горизонте. Кроме того, в отчет будут включены только значительные водоносные горизонты подземных вод, которые можно рассматривать как отдельные пресноводные экосистемы.

Важные соображения:

В разделах ниже описываются некоторые ключевые соображения по мониторингу изменений в грунтовых водах для показателя ЦУР 6.6.1:

Место проведения мониторинга: Измерение уровня грунтовых вод в водоносном горизонте осуществляется с помощью скважин. Одной из проблем при организации мониторинга является выбор местоположения скважин, которое будет адекватно отражать общую ситуацию с грунтовыми водами для водоносного горизонта. Количество скважин, которые необходимо контролировать, не может быть предписано, потому что распределение грунтовых вод может изменяться в зависимости от местоположения и характеристик водоносных горизонтов. Рекомендуется контролировать количество скважин, достаточное для определения характеристик района, при этом способность страны является фактором при принятии решения о том, сколько скважин лучше всего

представляет эту территорию. Настоятельно рекомендуется брать данные из наблюдательных скважин/мониторинговых скважин (это скважины, не оборудованные насосами). Следует избегать данных из использованных (откачиваемых) скважин. В случае, если для измерений необходимо использовать откачиваемую скважину, важно обеспечить достаточно длительный период восстановления, в течение которого скважина не используется, чтобы уровень грунтовых вод в скважине мог стабилизироваться перед любыми измерениями.

Частота мониторинга: уровни подземных вод изменяются в результате изменений в пополнении запасов подземных вод (под влиянием климатических условий и землепользования) и в результате антропогенного удаления из системы (забора подземных вод). Необходимо понимать влияние сезонных и влажных/сухих циклов, и, следовательно, ежемесячный мониторинг является оптимальным, но сбор не менее двух раз в год, во влажный и сухой сезоны, необходим.

Критерии для данных показателя 6.6.1: Данные о количестве подземных вод, предоставленные ответственным агентствам, будут проверены на качество для обеспечения целостности данных. Сбор данных об уровне грунтовых вод позволяет генерировать статистику, которая является косвенным показателем количества грунтовых вод в водоносном горизонте с течением времени. Чтобы изучить это изменение с течением времени, будет произведено процентное изменение уровня грунтовых вод, которое будет подтверждено ответственным агентством (ями) и страной. Для расчета процентного изменения на национальном уровне необходимо установить общий учетный период для всех водоносных горизонтов, который может быть основан либо на исторических данных об уровне грунтовых вод (предпочтительно), либо на смоделированных данных, если таковые имеются. В тех случаях, когда они недоступны, можно выбрать более поздний период для представления «базового» или базисного периода. Страны должны предоставлять годовой уровень грунтовых вод, чтобы наблюдать за изменением объема водоносного горизонта с течением времени. Таблица сбора данных представлена в методологии мониторинга в качестве приложения.

4.d. Валидация

Все спутниковые данные наблюдения Земли за пресноводными ресурсами ежегодно обновляются и загружаются на портал данных показателя 661 ЦУР (www.sdg661.app), где они находятся в свободном доступе, а данные можно бесплатно загрузить. Каждые 3-4 года в соответствии с графиком Инициативы по комплексному мониторингу ЦУР 6, координируемой ООН по водным ресурсам, данные национального показателя 6.6.1 ЦУР передаются национальным координаторам показателей (предварительно утвержденные координаторы показателя ЦУР 6.6.1) для одобрения.

4.e. Корректировки

Никакие корректировки не производятся.

4.f. Обработка отсутствующих значений (i) на уровне страны и (ii) на региональном уровне

- **На станovém уровне:**

В связи с использованием спутниковых данных для некоторых подпоказателей, не ожидается, что данные по этим субиндикаторам будут отсутствовать. Для всех других подпоказателей пропущенные значения не вменяются.

- **На региональном и глобальном уровнях:**

Недостающие значения не вменяются.

4.g. Региональное агрегирование

Для получения информации о методах агрегирования см.: https://wesr.unep.org/media/docs/graphs/aggregation_methods.pdf.

4.h. Доступные странам методы для сбора данных на национальном уровне

Полная методология мониторинга показателей ЦУР доступна на всех языках ООН [здесь](#).

Вся документация по методологиям, загрузкам и партнерам по производству доступна в [Freshwater Ecosystem Explorer \(www.sdg661.app\)](http://www.sdg661.app)

4.i. Управление качеством

Методологии производства для каждого набора спутниковых данных о пресной воде включают процедуры и процессы управления качеством, интегрированные в процесс производства данных, чтобы обеспечить соблюдение минимальных и последовательных стандартов качества.

4.j. Обеспечение качества

Процессы производства данных для каждого набора спутниковых данных о пресной воде включают обеспечение качества (математические формулы) в качестве интегрированного компонента процесса производства данных, чтобы гарантировать соблюдение минимальных и согласованных стандартов качества и гарантировать статически надежные и сопоставимые на международном уровне данные, полученные во времени и пространстве для всей страны. Процессы производства данных публикуются, в том числе в рецензируемых научных журналах. Процессы обеспечения качества дополнительно выполняются группами по производству данных в Европейской комиссии. Данные передаются и утверждаются странами, а процессы управления качеством проводятся в Программе Организации Объединенных Наций по окружающей среде в соответствии с утвержденными стандартными операционными процедурами обработки, агрегирования и управления данными до представления данных показателей в СОООН.

4.k. Оценка качества

См. 4.i и 4.j.

5. Доступность и дезагрегация данных

Доступность данных:

Все данные по показателям ЦУР 661 находятся в свободном доступе и загружаются на сайте Freshwater Ecosystem Explorer (www.sdg661.app).

Временные ряды:

Отчетность по этому показателю будет соответствовать годовому циклу.

Дезагрегация:

Показатель 6.6.1 может быть дезагрегирован по типу экосистемы (что позволяет принимать решения на уровне экосистемы). Данные SDG 661 также могут быть дезагрегированы по разным пространственным масштабам, то есть национальному, бассейновому, субадминистративному уровню, озерам и водохранилищам.

6. Сопоставимость/отклонение от международных стандартов

Источники расхождений:

Информация недоступна.

7. Ссылки и документы

URL: <http://www.sdg6monitoring.org/indicators/target-66/indicators661/>

Вся документация по методологиям, загрузкам и партнерам по производству доступна в [Freshwater Ecosystem Explorer \(www.sdg661.app\)](http://www.sdg661.app)

При разработке методологии индикатора 6.6.1 ЮНЕП создала группу технических экспертов. Эта группа внесла свой вклад в разработку методологии мониторинга. Первый проект методологии (уровень III) был опробован в 2017 году и разослан всем государствам-членам ООН вместе с соответствующими материалами по поддержке потенциала. Ограниченное число государств-членов (19 процентов) представили данные в ЮНЕП по истечении 8 месяцев. Полученные данные были низкого качества и низкого охвата. Страны указали на отсутствие данных для отчетности, а также на отсутствие времени и ресурсов для начала мониторинга новой экосистемы.

Вслед за этапом глобального пилотирования и тестирования и для устранения известного глобального пробела в данных по индикатору методология была пересмотрена с целью включения данных о связанных с водой экосистемах, полученных из спутниковых наблюдений Земли. ЮНЕП взаимодействовала с рядом партнеров, работающих с глобальными информационными продуктами, которые были сочтены актуальными и подходящими для данного показателя. При оценке глобальных источников данных учитывались качество данных, разрешение, частота измерений, глобальный охват, временные ряды и масштабируемость (т. е. дезагрегированные данные на национальном и

субнациональном уровнях). Результатом стала методология, которая является статистически надежной и позволяет получать сопоставимые на международном уровне данные, но при этом не является слишком обременительной для стран при составлении отчетов. С группой технических экспертов были проведены консультации по обновленной методологии перед представлением на утверждение в МЭГ-ЦУР.

На 7-м заседании МГЭ-ЦУР в апреле 2018 года методология показателей была одобрена и отнесена к Уровню II. Вскоре после этого, в ноябре 2018 года, он был переклассифицирован в методологию индикаторов уровня I. Классификация Уровня I означает, что индикатор концептуально ясен, имеет международно-установленную методологию и стандарты, а данные регулярно производятся не менее чем 50 процентами стран и населения в каждом регионе, где показатель актуален.

В течение 2019 года ЮНЕП продолжала работать со своими партнерами над улучшением глобально доступных наборов данных, касающихся показателя ЦУР 6.6.1, и измерения изменений, происходящих в различных типах связанных с водой экосистем. Таким образом, эта методология была обновлена в марте 2020 года, чтобы включить более подробную информацию о подходе, используемом для получения данных спутникового наблюдения Земли в отношении подпоказателей.

Ссылки

Bunting P., Rosenqvist A., Lucas R M., Rebelo L. M., Hilarides L., Thomas N., Hardy A., Itoh T., Shimada M. and Finlayson C. M. (2018). The Global Mangrove gmwatch – a new 2010 Global gbaseline of Mangrove mextent. *Remote Sens.ing*, 10,() 1669. <https://doi.org/10.3390/rs10101669>.

Dickens et al, 2019 : Chris Dickins, Matthew McCartney: Water-related Ecosystems, International Water Management Institute, Sri Lanka. <https://doi.org/10.3390/su11020462>

Farr et al, 2004 : 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>.

Giri, C., Ochieng, E., Tieszen L. L., Zhu, Z., Singh, A., Loveland, T.R., Masek, J. & Duke, N. (2011). Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography*, 20(1), 154-159. Available at: <https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2010.00584.x>

Lehner et al, 2011: 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.

MEA, 2005: –Millennium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and Human Well Being:

Wetlands and water synthesis. Island Press, Washington DC.
<https://www.millenniumassessment.org/documents/document.358.aspx.pdf>

Pekel, JF. ., Cottam, A., Gorelick N., & Belward A., S (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. Nature, 540) : <https://doi.org/10.1038/nature20584>.

Sayer et al. 2019 : 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 MullerKarger, 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

Spalding M., Kainuma, M. & Collins, L. (2010). World Atlas of Mangroves (v1.1). London, U.K.: Earthscan (Taylor & Francis). ISBN: 978-1-84407-657-4. Available at: <https://data.unep-wcmc.org/datasets/5>.