

Гидроэнергетика России и зарубежных стран

Декабрь 2022



Ассоциация
«Гидроэнергетика России»



ЦСР

Содержание

Вступительное слово	4
Резюме	
Тенденции в мировой гидроэнергетике	9
Текущее положение и планы	9
Значение гидроэнергетики в мировом энергобалансе	16
Прогнозы и планы развития	20
Новая политика за рубежом	27
Роль гидроэнергетики в низкоуглеродной повестке	30
Новые ГЭС и ГАЭС, вводы мощностей	33
Производство гидроэнергетического оборудования в мире	37
Гидроэнергетика России: роль и потенциал	41
Текущее положение	41
Значение гидроэнергетики в энергобалансе	45
Видение гидроэнергетики в будущем	48
Инвестиции в отрасль	54
Новые вводы мощностей ГЭС и ГАЭС	55
Модернизация ГЭС	57
Производство гидроэнергетического оборудования	60
Российские отраслевые компании за рубежом: реализованные проекты	61
Обзор введенных законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов	63
Преимущества, приоритетные направления развития, вызовы	70
Преимущества	71
Приоритеты развития в контексте зарубежного опыта	75
Вызовы	76
Социально-экономические эффекты от развития гидроэнергетики в регионах России	78
Мультипликативный эффект	78
Занятость и повышение уровня доходов населения	81
Для целей пространственного развития	84
Развитие энергомашиностроения и строительной отрасли	85
Развитие энергоемких производств	87
Прочие (неэнергетические) эффекты	88

Вступительное слово



Владислав Онищенко
Президент Фонда
«Центр стратегических
разработок»

Мировое развитие все в большей степени делает ставку на низкоуглеродные технологии, в том числе в энергетике. Гидроэнергетика является важной составляющей энергоперехода, одновременно обеспечивая доступ к «чистой» и сравнительно дешевой энергии. Для России гидроэнергетика может стать важным элементом на пути к углеродной нейтральности, а также упрощения доступа к экспортным рынкам на фоне перспектив введения трансграничных углеродных платежей со стороны наших партнеров. Данный обзор представляет собой картину мировой и российской гидроэнергетики, акцентирует внимание на преимуществах, вызовах и эффектах от ее развития в России, что важно учитывать при разработке долгосрочной стратегии отрасли.



Олег Лушников
Исполнительный
директор Ассоциации
«Гидроэнергетика России»

Гидроэнергетика в России играет важную роль в обеспечении эффективной работы энергосистемы и развитии территорий. В условиях роста экономики страны эта роль будет только усиливаться. Создание новых производств в Сибири и на Дальнем Востоке уже сегодня требует энергии, которую в большинстве случаев можно обеспечить вводом в эксплуатацию новых ГЭС. Гидроэлектростанции вырабатывают самую «чистую» электроэнергию, а стоимость ее производства (LCOE) является одной из самых низких в мире, что в условиях глобального энергоперехода позволяет обеспечить получение конкурентоспособной продукции для внутреннего и зарубежных рынков. Развитие российской гидроэнергетики позволяет укрепить потенциал гидроэнергетических, профильных научно-проектных, энергомашиностроительных и специализированных компаний. Только экономически сильная и технологически развитая держава может строить ГЭС. Сегодня Россия входит в число ведущих стран по производству энергии на ГЭС и ГАЭС. Это лидерство должно сохраняться!

Резюме

Фонд «Центр стратегических разработок» совместно с Ассоциацией «Гидроэнергетика России» подготовили обзор гидроэнергетической отрасли России и зарубежных стран. Целью обзора является выявление ключевых трендов развития отрасли, ожиданий, основных преимуществ, вызовов и социально-экономических эффектов применительно к регионам России. Гидроэнергетика обеспечивает возможность производства «чистой» энергии на основе возобновляемых водных ресурсов. Эти факторы и сравнительно невысокая стоимость производства электроэнергии, не зависящая от волатильности цен на углеводородные энергоресурсы, составляют основные преимущества отрасли. В связи с этим именно гидроэнергетика становится важной составляющей развития энергетики и экономики целых стран и регионов. Проведенный анализ позволил сформировать следующие выводы в части развития мировой и российской гидроэнергетики, а также выделить ряд преимуществ и эффектов от реализации проектов ГЭС.

В части развития мировой гидроэнергетики

1

Гидроэнергетика в последние 15–20 лет стала одним из основных источников роста производства электроэнергии. Ввод мощностей ГЭС был сконцентрирован в развивающихся странах с преобладанием роли Китая и прочих стран АТР за счет наличия больших объемов неосвоенного гидропотенциала и высоких темпов роста спроса на электроэнергию.

2

В развитых странах развитие отрасли сдерживалось высоким уровнем освоения гидропотенциала, низкими темпами роста спроса на электроэнергию и ставкой на опережающее развитие альтернативной ВИЭ-генерации (солнечная и ветровая энергетика). Исключением является ряд стран с преобладанием ГЭС в энергетике – Норвегия, Канада, Новая Зеландия.

3

В перспективе до 2050 г. прогнозируется рост мировой гидроэнергетики, преимущественно за счет Китая и прочих стран Азии. В период до 2030 г. ввод новых мощностей останется на высоком уровне, а после – до 2050 г. – ожидается снижение темпов роста, главным образом из-за нисходящей динамики в Китае.

4

Гидроэнергетика способствует обеспечению энергетической безопасности и поступлению экспортных доходов в развивающихся странах с низким уровнем энергообеспечения. Это относится преимущественно к странам Азии и Африки южнее Сахары.

В части роли гидроэнергетики в низкоуглеродной экономике

1

Усиление глобальной климатической политики и вектора на декарбонизацию и низкоуглеродное развитие — один из ключевых драйверов развития гидроэнергетики в долгосрочной перспективе.

2

ГЭС включены в таксономии «зеленых» видов деятельности (например, в Евросоюзе), что позволяет активно реализовывать проекты и привлекать «зеленое» финансирование на льготных условиях (с некоторыми ограничениями и при выполнении определенных требований).

3

Низкоуглеродный характер гидроэнергетики подтверждается оценками удельных выбросов на полном жизненном цикле, которые у ГЭС находятся на одном уровне с АЭС, ветровой энергетикой и на порядок ниже показателей в угольной и газовой генерации. При этом прямые выбросы парниковых газов при выработке электроэнергии за счет отсутствия топливной составляющей на ГЭС равны нулю.

4

Проведенные оценки эмиссий и поглощения парниковых газов в гидроэнергетических водохранилищах России показывают, что водохранилища российских ГЭС, которые расположены по всей территории России (в основном в северных и умеренных широтах), свои незначительные выбросы парниковых газов компенсируют аккумулярованием значительных объемов углерода в донных отложениях, что делает водохранилища ГЭС практически углеродно-нейтральными.

5

Однако низкоуглеродное развитие в большинстве стран мира связывается прежде всего с опережающим развитием ВИЭ-генерации на основе преобразования ветровой (ВЭС) и солнечной (СЭС) энергии, а гидроэнергетике (особенно крупной) отводится второстепенная роль. Это связано с неравномерностью распределения и степенью освоения гидропотенциала, а также ограничениями, связанными преимущественно со строительством водохранилищ и более существенными капитальными затратами в масштабные проекты строительства ГЭС.

6

Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС) сыграют важную роль в декарбонизации энергетики за счет своей регулирующей функции: возможности накопления энергии в часы снижения спроса на электроэнергию и ее перераспределения в период «пиковых нагрузок». Это позволяет увеличить вводы новых мощностей низкоуглеродной, но неманевренной атомной генерации, а также СЭС и ВЭС, отличающихся непредсказуемостью выработки.

7

Малые ГЭС также имеют высокий потенциал для развития по причинам распространения углеродного регулирования, в рамках которого они признаются в качестве климатических проектов, а также благодаря мерам поддержки со стороны государства и, как следствие, более низким капитальным затратам.

В части развития гидроэнергетики России

1

Развитие российской гидроэнергетики в последние 10 лет было обеспечено вводом в строй нескольких крупных проектов, что вместе с увеличением эффективности производства обеспечило значительный рост выработки электроэнергии на ГЭС (на 28 % за 2010–2021 гг.).

2

В перспективе до 2035 г. в утвержденные стратегические отраслевые документы заложено снижение темпов ввода новых мощностей ГЭС – предполагается суммарный рост мощностей на 2,5–3,0 ГВт к уровню 2020 г. Развитие отрасли связывается преимущественно с модернизацией существующих мощностей и строительством небольших ГЭС. Основная причина ожидающихся низких темпов строительства ГЭС – сильно отличающиеся условия реализации проектов по сравнению с прочими видами генерации (например, тепловая энергетика), высокие капитальные затраты и длительные сроки строительства крупных ГЭС.

3

Однако при разработке плана реализации Стратегии низкоуглеродного развития России на период до 2050 г. обсуждается цель по сохранению доли ГЭС в структуре мощностей генерации электроэнергии на уровне 20 %, что потребует ввода в строй новых мощностей объемом 22 ГВт до 2050 г. (в т.ч. 4,5 ГВт до 2035 г.).

4

В связи с этим в 2021–2022 гг. в рамках реализации политики низкоуглеродного развития рассматривается ряд инициатив, направленных на расширение пула проектов гидроэнергетики (новое строительство мощностей в объеме 11,3 ГВт суммарно по ГЭС и ГАЭС до 2040 г., преимущественно в Сибири и на Дальнем Востоке).

5

Гидроэнергетические проекты являются потенциальными нишами для наращивания присутствия российских компаний на мировом рынке (изыскания, НИОКР, проектирование, строительство, поставка оборудования).

В части социально-экономических эффектов от гидроэнергетики в регионах России

1

Гидроэнергетика обеспечивает целый ряд социально-экономических эффектов для государства и общества – энергетических и неэнергетических.

2

Строительство крупных ГЭС может создать значительный долгосрочный положительный эффект для ВВП России и ВРП регионов: объем инвестиций в гидроэнергетику в размере 1% ВВП в год приводит к мультипликативному эффекту в экономике 2,5–2,6% ВВП (для сравнения – среднее значение мультипликатора по энергетической отрасли составляет 2,2% ВВП). Максимальный эффект от сооружения ГЭС приходится на период строительства.

3

ГЭС – самый маневренный и долгосрочный источник «чистой» и недорогой электроэнергии. Низкие операционные затраты при производстве электроэнергии обеспечивают развитие энергоемких производств, например в отрасли цветной металлургии (производство алюминия в Красноярском крае и Иркутской области).

4

Проекты ГЭС обеспечивают новые рабочие места, они имеют преимущественно высокопроизводительный характер (зарплата на ГЭС выше среднерегиональной). Особенно этот эффект отмечается на этапе строительства, а на стадии эксплуатации эффект является ограниченным ввиду высокой производительности труда на предприятиях ГЭС.

5

Проекты ГЭС обеспечивают заказ отечественным предприятиям энергомашиностроения за счет высокого уровня локализации отрасли. На стадии строительства ГЭС формируется значительный заказ промышленности строительных материалов и металлургии.

6

Прочие эффекты проектов ГЭС: водохранилища обеспечивают регулирование стоков рек и защищают территории от наводнений; появляются новые транспортные пути регионального и федерального значения; развивается речной транспорт и грузоперевозки, туризм и соответствующая инфраструктура в сфере обслуживания; обеспечивается промышленное и сельскохозяйственное водоснабжение; создаются стратегические запасы чистой воды.

Тенденции в мировой гидроэнергетике

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Десятилетие 2010–2020 гг. стало самым успешным для мировой гидроэнергетики за всю историю – выработка увеличилась на четверть, отрасль обеспечила около 15% мирового прироста производства электроэнергии. Драйвером роста выступили Китай, на который пришлось более половины вводов новых мощностей, и прочие развивающиеся страны. В результате гидроэнергетика стала наиболее крупным и по установленной мощности (17%) и выработке электроэнергии (15%) низкоуглеродным возобновляемым источником электроэнергии в мире, опережая атомную энергетику и все остальные ВИЭ.
- На фоне роста производственных показателей роль гидроэнергетики в мировой энергетике в этот период была относительно стабильной с небольшим трендом к снижению. МЭА прогнозирует, что такая тенденция сохранится до 2030 г. и усилится в более долгосрочной перспективе до 2050 г. ввиду значительного снижения темпов роста производственных показателей в гидроэнергетике и ожидаемого бурного развития других видов ВИЭ – солнечной и ветровой энергетики.
- Роль гидроэнергетики в декарбонизации мировой энергетики значительна, однако в перспективе основным элементом в энергетическом переходе станут солнечная и ветровая энергетика. Причина – ограниченные природные условия для развития гидроэнергетики и высокая степень освоения имеющегося гидропотенциала в большинстве стран, прежде всего в странах с перспективой роста энергопотребления.
- В мире крупнейшими поставщиками гидроэнергетического оборудования (турбины и генераторы) являются компании из США, Германии, Китая, России, Японии. Отмечается высокая концентрация – более 50% поставок осуществляется тремя компаниями – Voith, GE Renewable Energy, Andritz. Высока роль китайских компаний в развитии гидроэнергетики в странах Юго-Восточной Азии и Латинской Америки.

Текущее положение и планы: динамика изменения выработки и мощности

- Выработка электроэнергии в мире растет, причем за последние 10 лет прирост составил более 50%. Установленная мощность ГЭС растет медленнее с темпом 33%.¹ Основную роль в развитии гидроэнергетики играют Китай (более половины прироста мировых мощностей), Бразилия, обладающая высоким гидроэнергетическим потенциалом, Турция, Вьетнам и Индия.

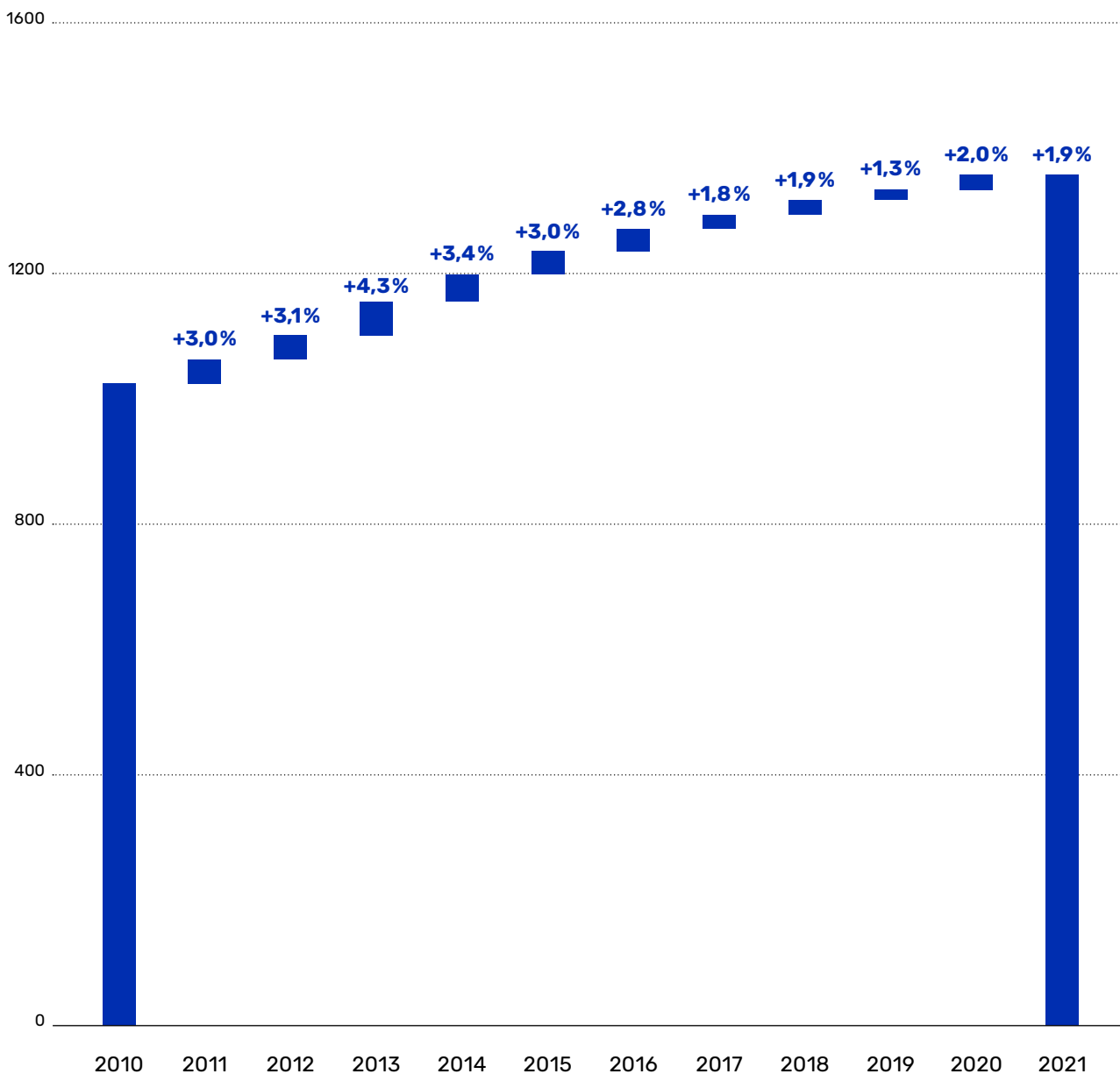
¹ IRENA.

Динамика мощности ГЭС

В мире отмечается непрерывный рост спроса на электроэнергию, что требует наращивания производственных мощностей. С 2010 по 2021 гг. суммарный прирост мировых электроэнергетических мощностей составил более чем 58 % (+2933 ГВт), который был обеспечен преимущественно тепловой энергетикой, СЭС и ВЭС. Установленная мощность объектов гидроэнергетики также росла, но в 2 раза медленнее и за тот же период увеличилась на 33 % (+335 ГВт). За прошлое десятилетие наибольший рост мощностей в мире показали альтернативные ВИЭ – солнечная и ветровая энергетика – их мощность увеличилась в 21 раз (с 40 ГВт в 2010 г. до 843 ГВт в 2021 г., данные ВР) и 4,6 раза (с 180 ГВт в 2010 г. до 825 ГВт в 2021 г., данные ВР) соответственно. Прирост мощностей угольной и газовой генерации не превышал 20–40 % (уголь – с 637 ГВт в 2010 г. до 777 ГВт в 2021 г., природный газ – с 715 ГВт в 2010 г. до 1013 ГВт в 2021 г.) и был сконцентрирован в развивающихся странах.

Установленная мощность ГЭС в мире в 2010–2021 гг., ГВт

Международное агентство по возобновляемым источникам энергии (IRENA), ИА



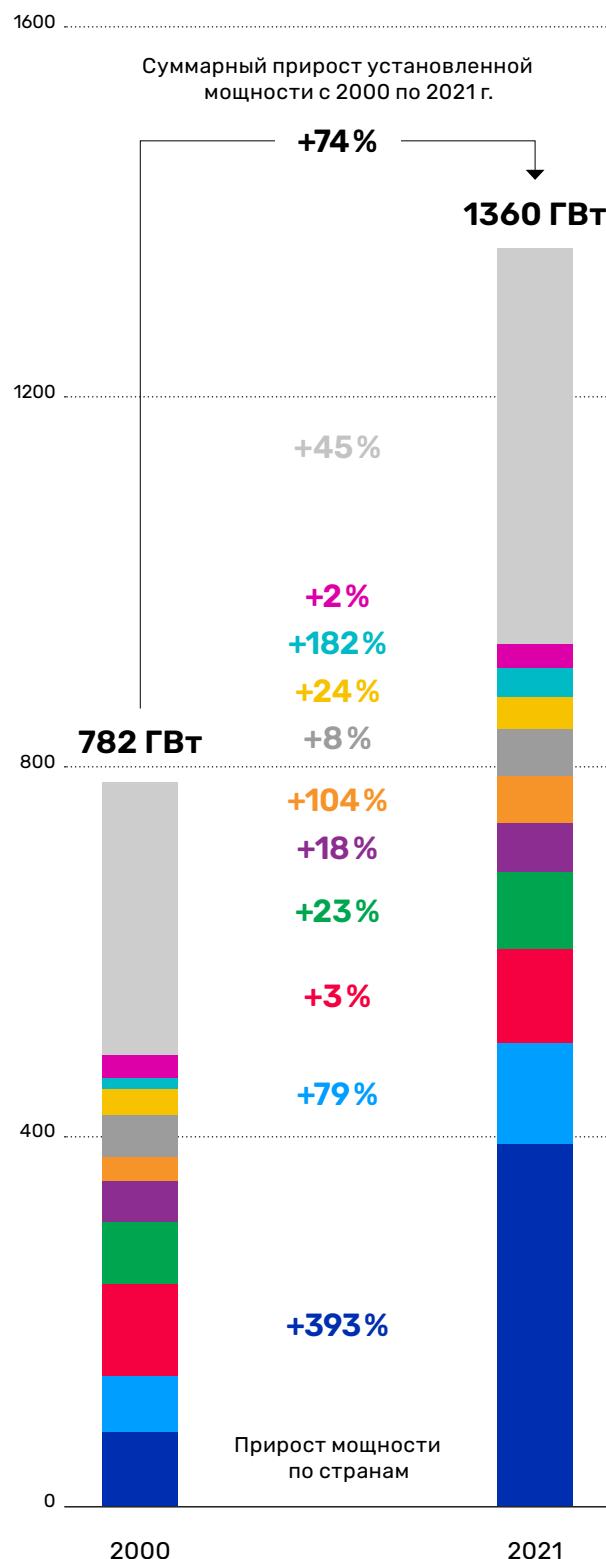
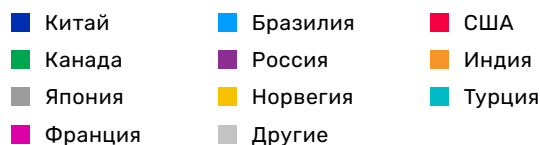
В 2021 г. установленная мощность ГЭС в мире достигла 1360 ГВт, что составляет 17 % суммарных мировых электроэнергетических мощностей. Безусловным лидером является Китай с долей 29 % суммарных мировых гидроэнергетических мощностей. Свыше половины мировой гидроэнергетики сконцентрирована в пяти странах – Китае, Бразилии, Канаде, США и России.

За период 2010–2021 гг. по вводу новых мощностей ГЭС лидером с большим отрывом являлся Китай с показателем 174 ГВт, или около 50 % суммарного показателя по миру. Лидерство Китая было обеспечено, в том числе, реализацией крупнейших по мощности проектов (например, ГЭС «Три ущелья»). В число лидеров по вводу мощностей также входят Бразилия (2-е место в мире по абсолютному размеру установленных мощностей), Турция, Вьетнам, Индия, Канада. Россия с объемом ввода 4,3 ГВт находится на 9-м месте.

Таким образом, лидерами по приросту мощностей ГЭС за последние 10 лет являлись преимущественно развивающиеся страны (за исключением Канады и Норвегии), а также Россия. Это вызвано опережающим ростом спроса на электроэнергию в этих странах и реализацией политики по развитию гидроэнергетики с целью обеспечения внутреннего рынка сравнительно недорогой энергией, а также ее низкоуглеродным характером и комплексными социально-экономическими эффектами.

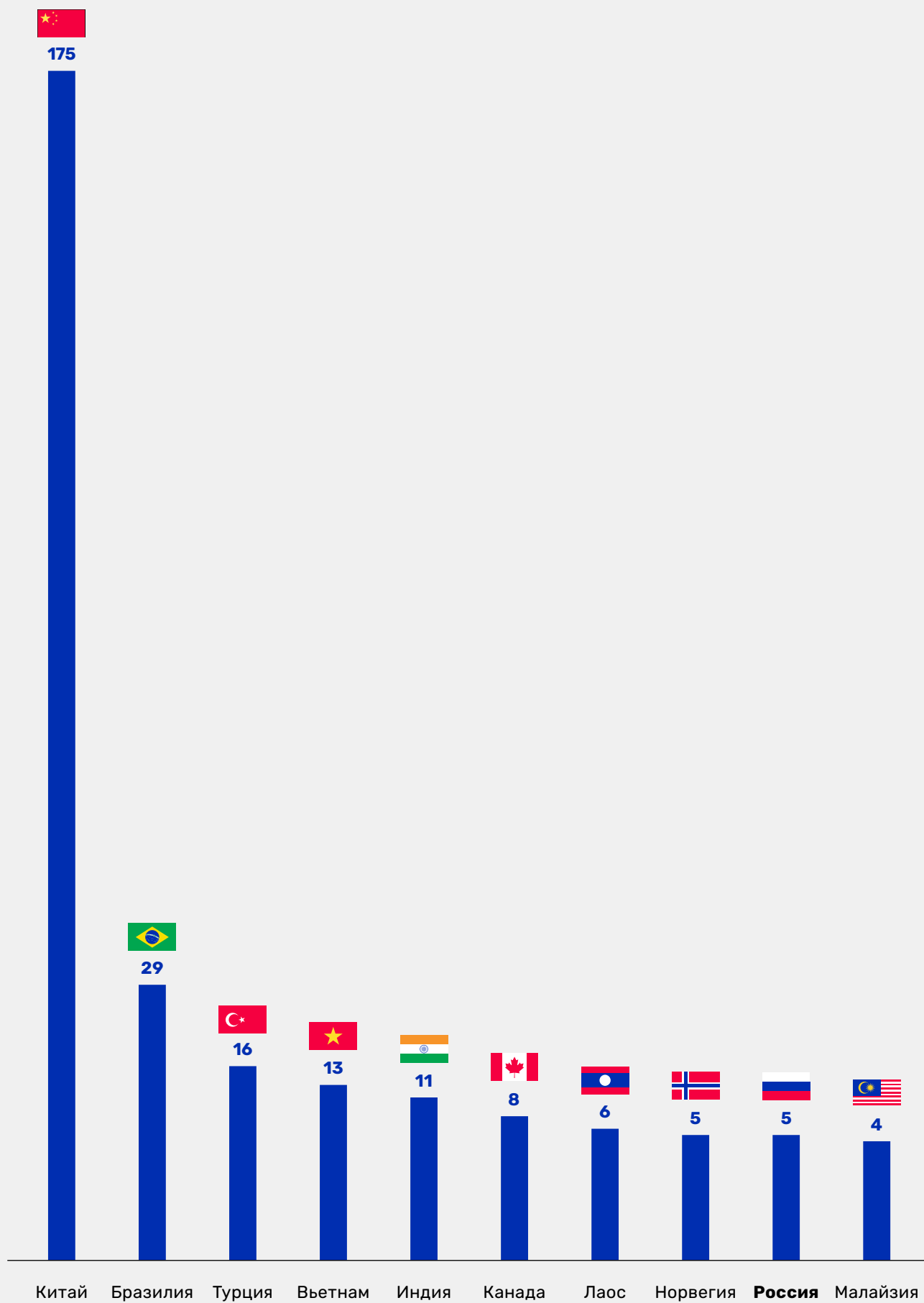
Страновая структура установленной мощности ГЭС, 2000 г. и 2021 г., ГВт

IRENA



Топ-10 стран по приросту мощности ГЭС за 2010–2021 гг., ГВт

IRENA



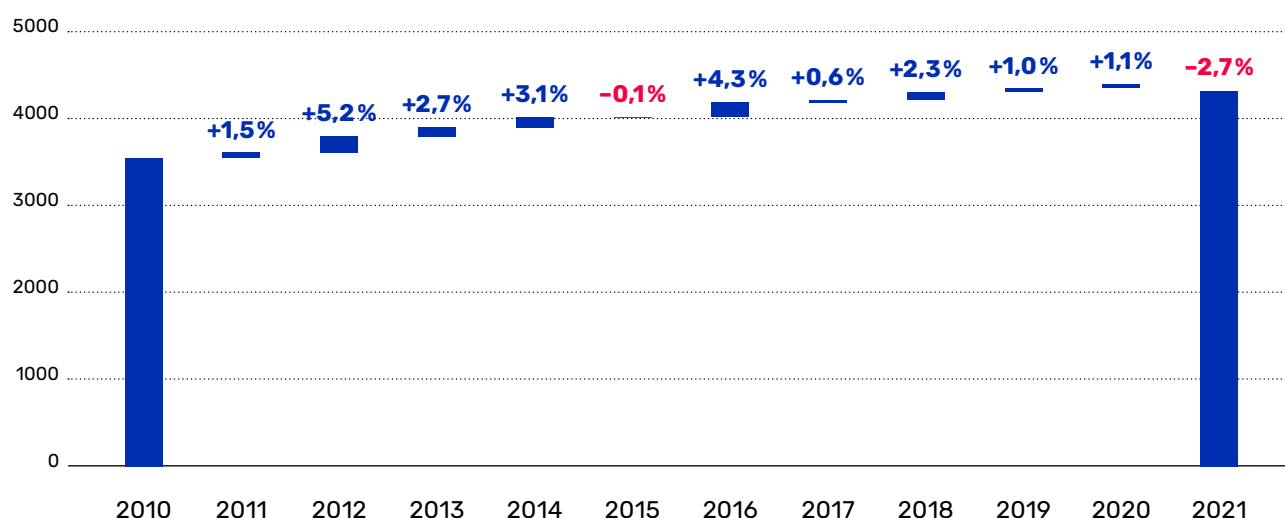
Динамика выработки электроэнергии на ГЭС

Среди различных видов ВИЭ гидроэнергетика, благодаря водохранилищам ГЭС, является одним из наиболее «предсказуемых» источников энергии с точки зрения обеспечения выработки, то есть не подверженных резким колебаниям в течение суток и в зависимости от погоды.

В 2021 г. в мире выработка электроэнергии на ГЭС составила 4252 млрд кВт·ч (около 15 % мирового производства электроэнергии), что на 2,7% ниже аналогичного показателя за 2020 г., но на 23% выше уровня 2010 г. Сокращение производства в 2021 г. было вызвано преимущественно погодным фактором – снижением водности рек. По объему производства электроэнергии в мире в 2021 г. гидроэнергетика находилась на первом месте среди прочих ВИЭ и в 1,5 раза превзошла объемы совокупной выработки солнечных и ветровых станций. Таким образом, гидроэнергетика вносит наибольший вклад в выработку низкоуглеродной энергии в мире, хотя доля альтернативных ВИЭ (солнечная и ветровая энергия) растет опережающими темпами.

Динамика выработки электроэнергии на ГЭС в мире, 2010–2021 гг., млрд кВт·ч

IRENA, Международная гидроэнергетическая ассоциация (ИГА)



Гидроаккумулирующие электростанции (ГАЭС)

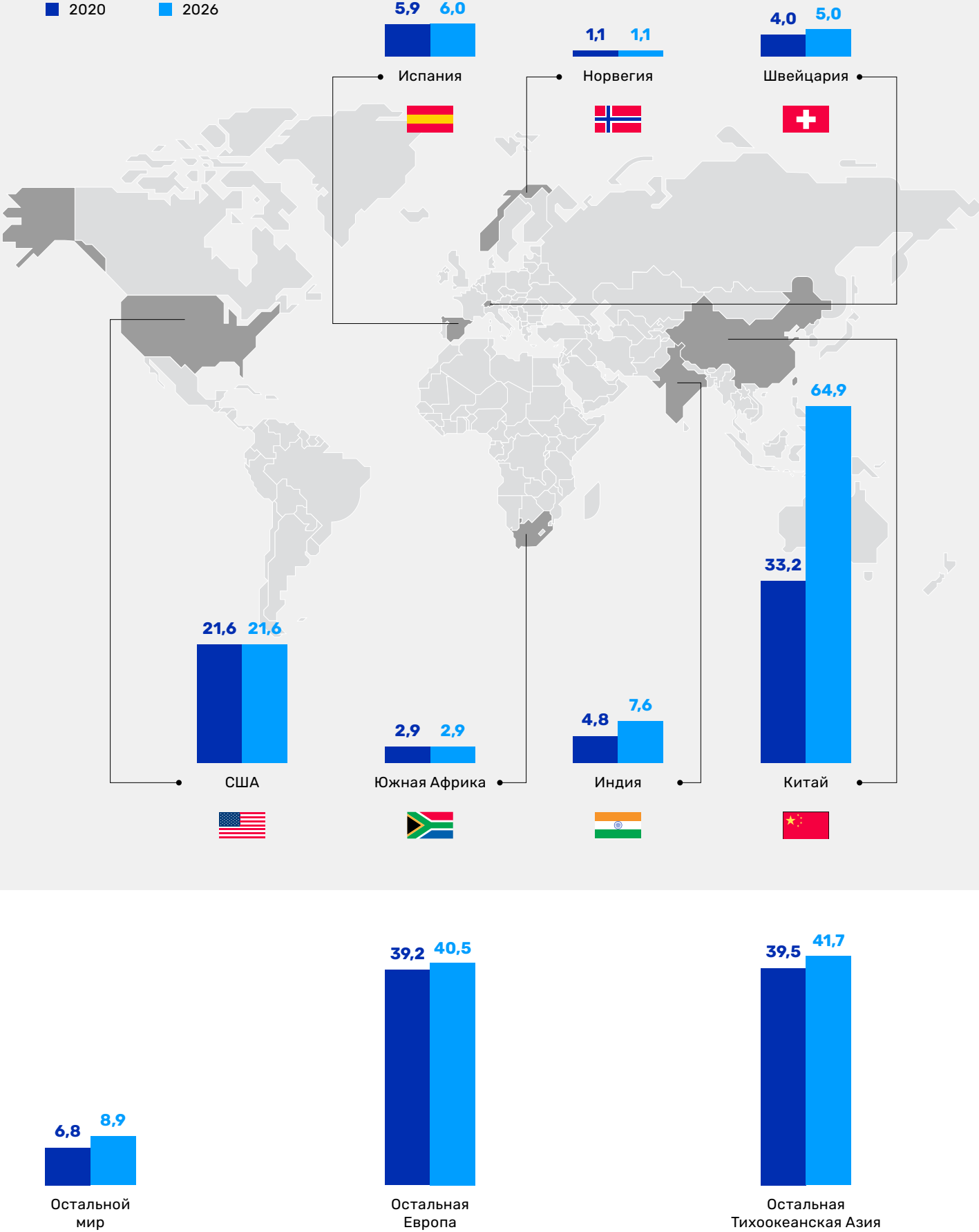
Суммарная мощность ГАЭС в мире на 2021 г. составляла 165 ГВт (ИГА, 2022; по данным МЭА – 159 ГВт в 2020 г.), и в ближайшее десятилетие прогнозируется существенный рост. По прогнозу МЭА, к 2030 г. мощность ГАЭС в мире увеличится на 65,2 ГВт, что составит около 30% прироста суммарной гидроэнергетической мощности за данный период.

Целый ряд стран (например, Индия, Китай, США, Испания, Португалия, Франция, Вьетнам) в национальных стратегиях обозначили цели по увеличению мощности ГАЭС. Основным фактором развития ГАЭС является потребность в регулировании выработки электроэнергии и увеличении объема аккумулирующих мощностей. В основном новые объекты будут организованы в форме «зеленых» проектов по строительству новой инфраструктуры, но около 7% новой мощности ГАЭС планируется ввести на базе уже существующей инфраструктуры – в местах освоенных месторождений или карьеров и естественных природных водохранилищах.

Установленная мощность ГАЭС по странам и макрорегионам, 2020 г. и прогноз на 2026 г., ГВт

МЭА

■ 2020 ■ 2026



Малые гидроэлектростанции (МГЭС)

МГЭС — это растущий сегмент рынка гидроэнергетики, позиционируемый как «зеленая» и «автономная» энергия. Общая мощность МГЭС в мире в 2019 г., согласно данным ЮНИДО², составляла 78 ГВт (+10 % к 2013 г.).

1,0%

доля МГЭС в мировой установленной мощности электростанций в 2020 г.

2,7%

доля МГЭС в мировой установленной мощности энергообъектов ВИЭ в 2020 г.

5,7%

доля МГЭС в мировой гидроэнергетической мощности в 2020 г.

Объем рынка МГЭС, по прогнозу Research Markets, к 2030 г. увеличится на 24 % (альтернативный сценарий Kenneth Research +23 %³) и к 2030 г. составит 2,56 млрд долл. Сегмент микро-гидроэнергетики (станции мощностью менее 1 МВт) в 2021 г. составил более 55 % рынка МГЭС. Оборудование МГЭС является более стандартизированным, что позволяет оперативно проводить его сборку и замену при необходимости. МГЭС может использоваться как автономная система, работать в изолированных энергокомплексах совместно с другими видами генерации (в т.ч. другими энергоустановками ВИЭ) и может быть включена в работу объединенной энергосистемы.

Лидером сегмента МГЭС является Азиатско-Тихоокеанский регион (Китай, Япония и Индия). Выручка в этом регионе составила более 35 % от мирового рынка.

В России малыми признаются ГЭС до 30 МВт (во многих странах до 10 МВт⁴), их суммарная установленная мощность равна 826,5 МВт. Суммарная мощность МГЭС мощностью до 10 МВт в России составляет 170 МВт.

2,8%

среднегодовой темп роста мирового рынка МГЭС до 2030 г.

² World Small Hydropower Development Report (WSHPDR) 2019, Организация Объединенных Наций по промышленному развитию (World Small Hydropower Development Report | UNIDO).

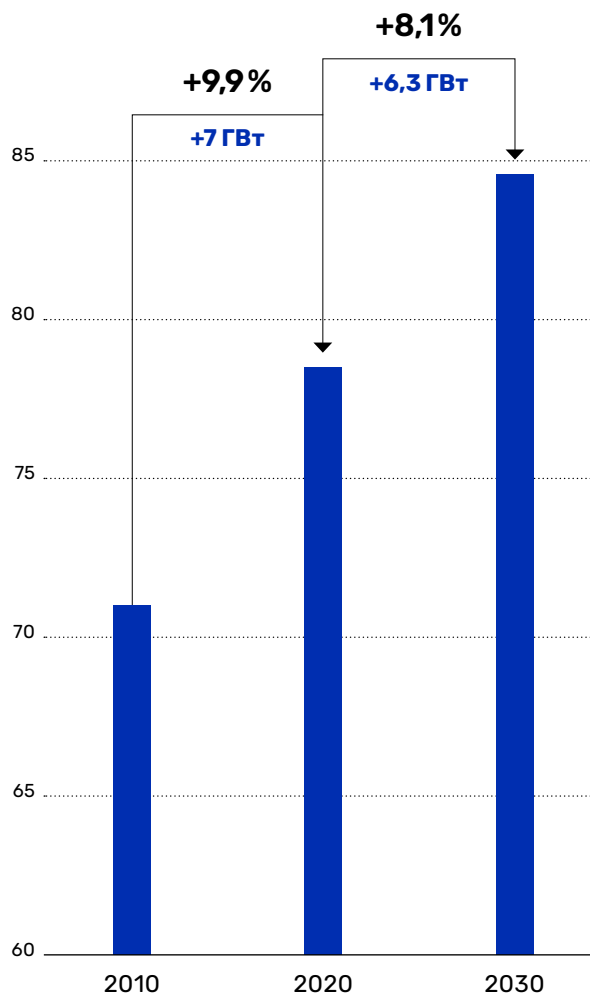
³ Global Small Hydropower (SHP) Market to Witness a Soaring (globenewswire.com).

⁴ По данным ЮНИДО.

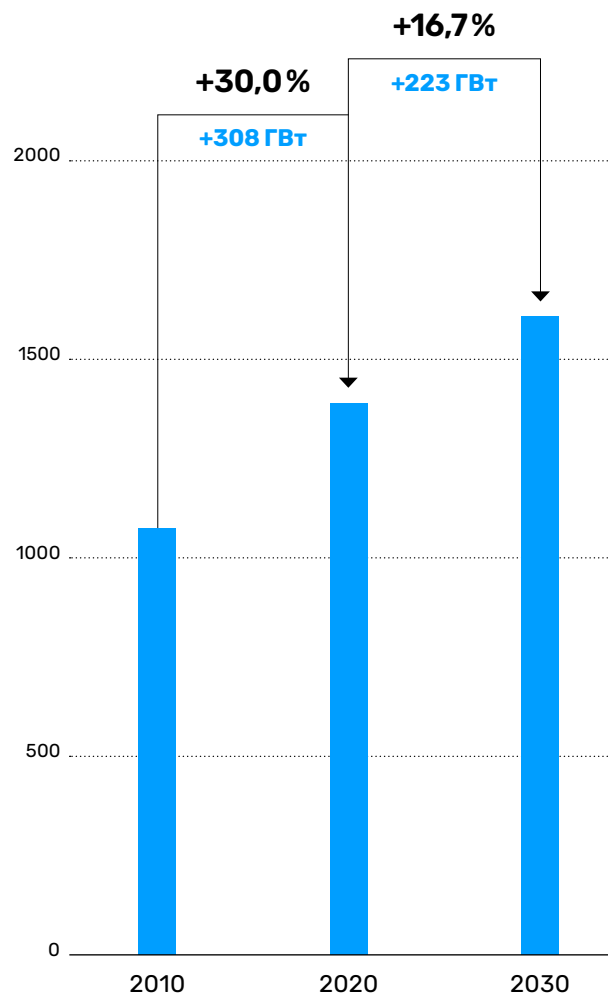
Динамика установленной мощности МГЭС и крупных ГЭС в мире, ГВт

МЭА

МГЭС



Крупные ГЭС



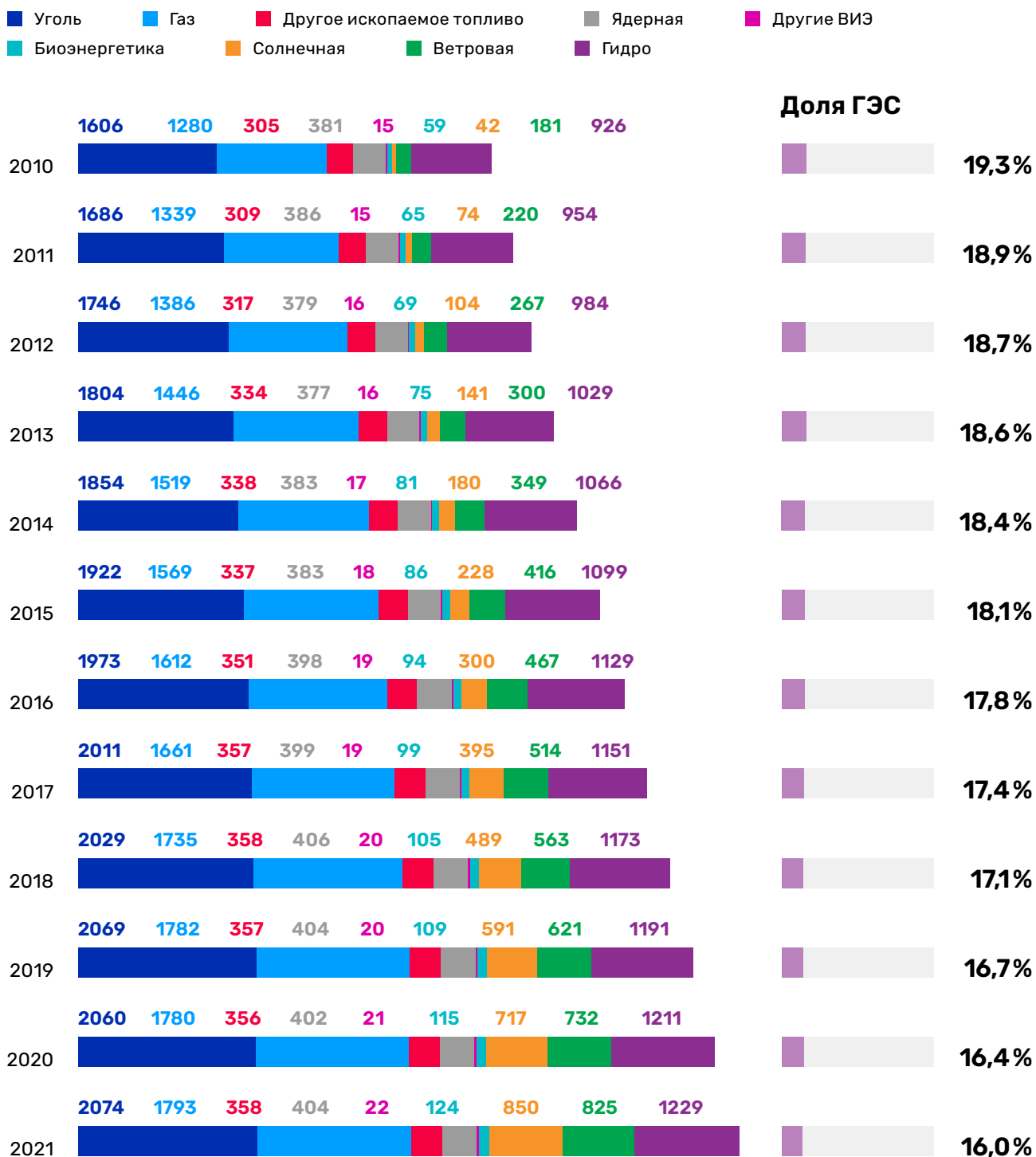
Значение гидроэнергетики в мировом энергобалансе, отдельных макрорегионов и стран

- Роль гидроэнергетики в мировом энергобалансе снижается, главным образом за счет опережающего роста других ВИЭ. При этом в ряде стран, преимущественно развивающихся, ГЭС становятся основным источником энергообеспечения.

За последние 10 лет отмечается постепенное снижение роли гидроэнергетики в мировом энергобалансе, несмотря на рост установленной мощности. В 2010–2021 гг. общая доля мощности ГЭС в мире постепенно снизилась с 19,3% до 16,0% на фоне активного роста мощностей прочих ВИЭ (солнце, ветер). При этом доля угольной генерации и АЭС снижалась в этот период еще с более высокими темпами – с 33,5% до 27% и с 8% до 5,2% соответственно.

Динамика доли ГЭС в установленной мощности электростанций в мире, ГВт

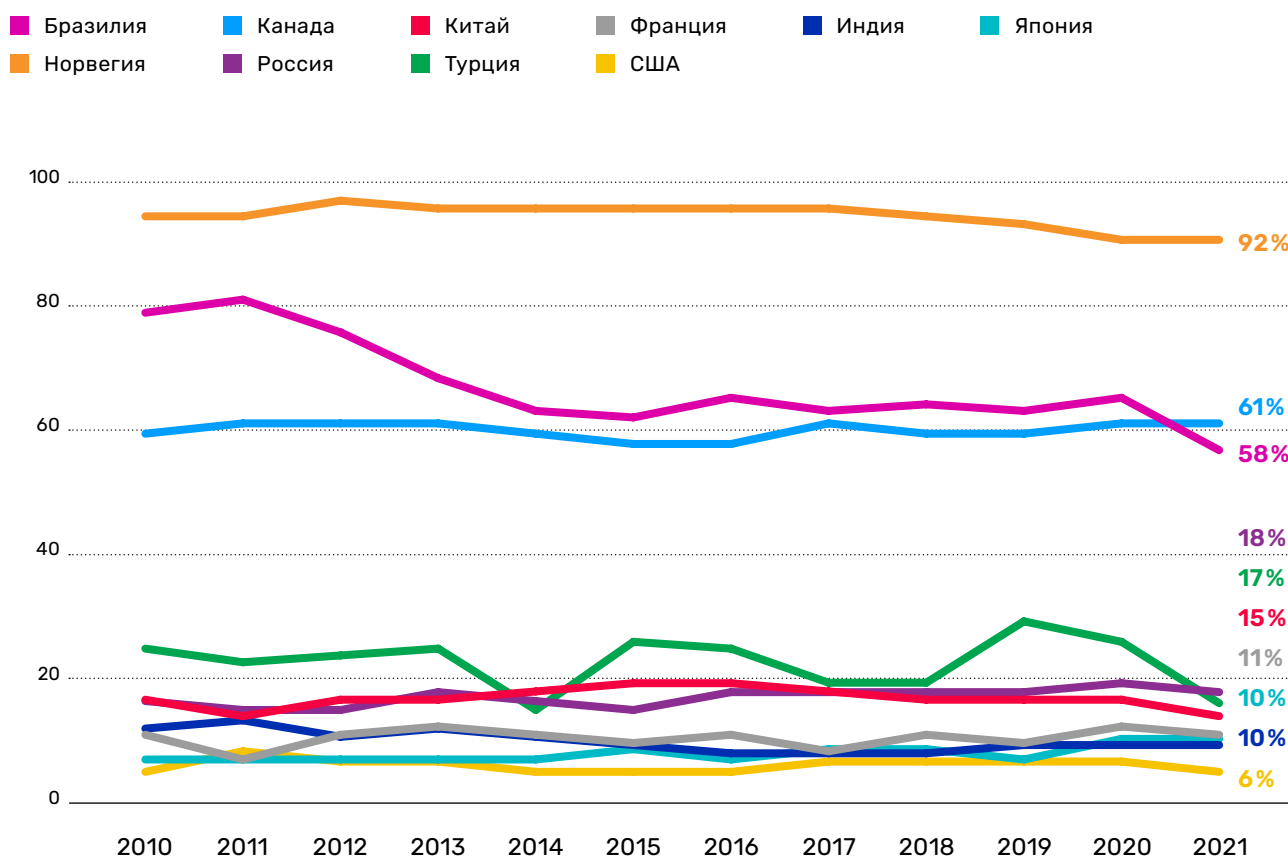
IRENA



Среди крупнейших гидроэнергетических стран наиболее высокой долей ГЭС в энергобалансе обладает Норвегия с показателем более 90 %, а также Канада и Бразилия (>50 %). Россия с долей 18–19 % (в различные годы) находится на одном уровне с Турцией и Китаем. У прочих стран-лидеров (Индия, Франция, Япония, США) доля ГЭС составляет около 10 %. При этом в Бразилии и Турции отмечаются высокие скачки выработки электроэнергии, что является следствием большой доли ГЭС в установленных мощностях и, соответственно, высокой зависимостью от параметров водности в различные годы.

Доля ГЭС в выработке электроэнергии, Топ-10 стран-производителей гидроэнергии

IRENA



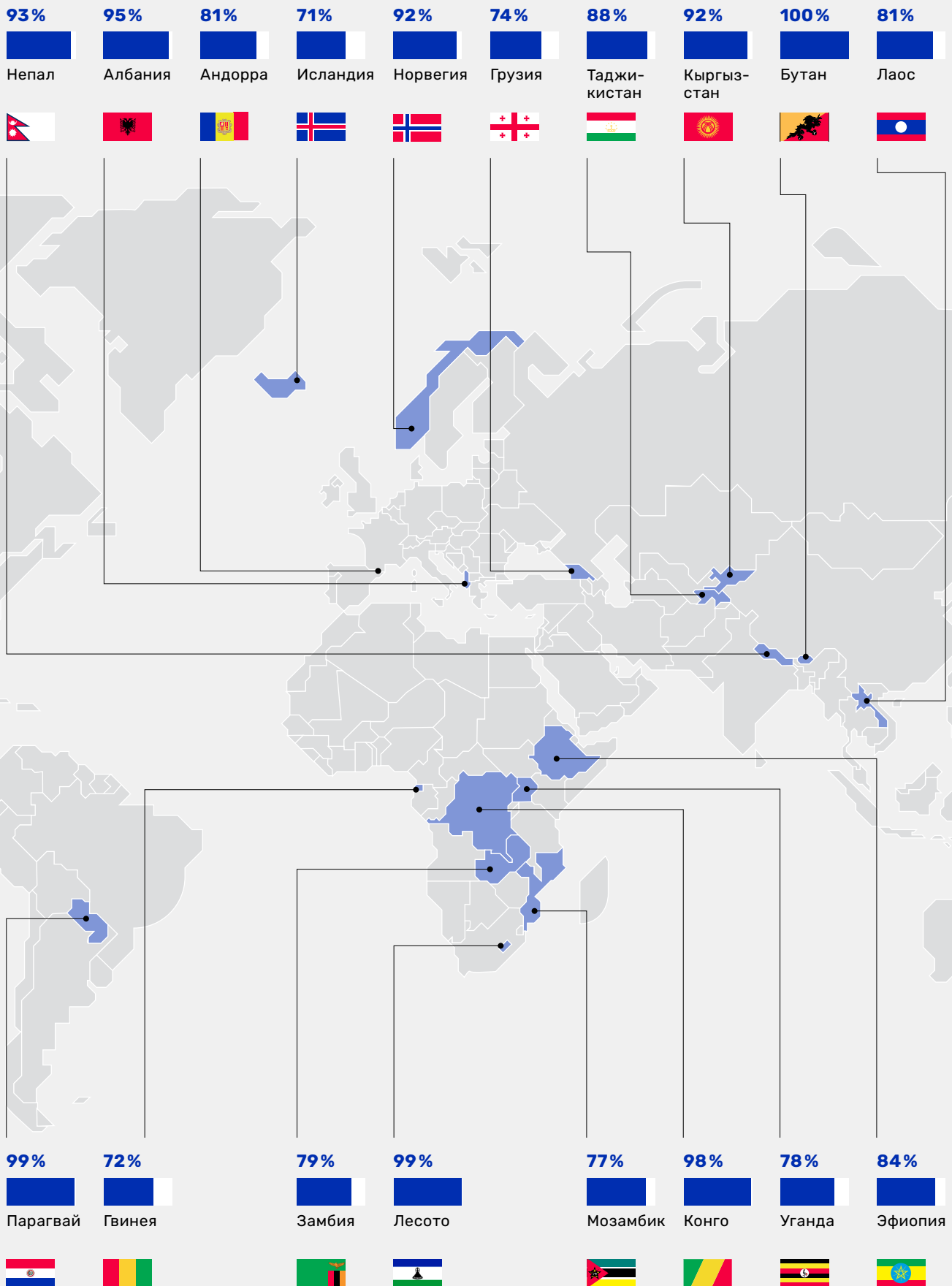
Ряд стран (Китай, Турция, Индия, Непал, Индонезия, Бразилия и др.) уже объявили⁵ о своих планах увеличивать долю возобновляемых источников энергии за счет гидроэнергетики. ГЭС могут обеспечивать не только бытовое потребление энергии в близлежащих районах, но и являться источником дешевой энергии для промышленных предприятий. Для ряда небольших стран использование такой энергии является одним из немногих доступных источников электроэнергии, так как большинство таких стран не обладают достаточным объемом собственных ископаемых видов топлива и финансовыми средствами для их покупки на мировом рынке.

В сравнительно небольших странах, характеризующихся наличием большого гидроэнергетического потенциала, который является наиболее доступным и надежным источником энергии, в структуре производства электроэнергии отмечается высокая доля ГЭС в энергобалансах (свыше 70 %). В ряде стран ГЭС обеспечивают до 90 % и более производства электроэнергии, которая идет на внутреннее потребление и может являться важным источником экспортных доходов. К ним относятся страны Средней Азии (Таджикистан), Африки (ДРК, Гвинея, Эфиопия и пр.), Азии (Непал, Лаос и пр.). Среди развитых стран наибольшей долей ГЭС в энергобалансе выделяются Норвегия и Новая Зеландия.

⁵ В энергетической стратегии стран указан значительный прирост установленной мощности ГЭС и сообщается о приоритетах увеличения доли ВИЭ в энергобалансе.

Страны с долей гидроэнергетики более 70% в суммарных электроэнергетических мощностях, 2021 г.

IRENA



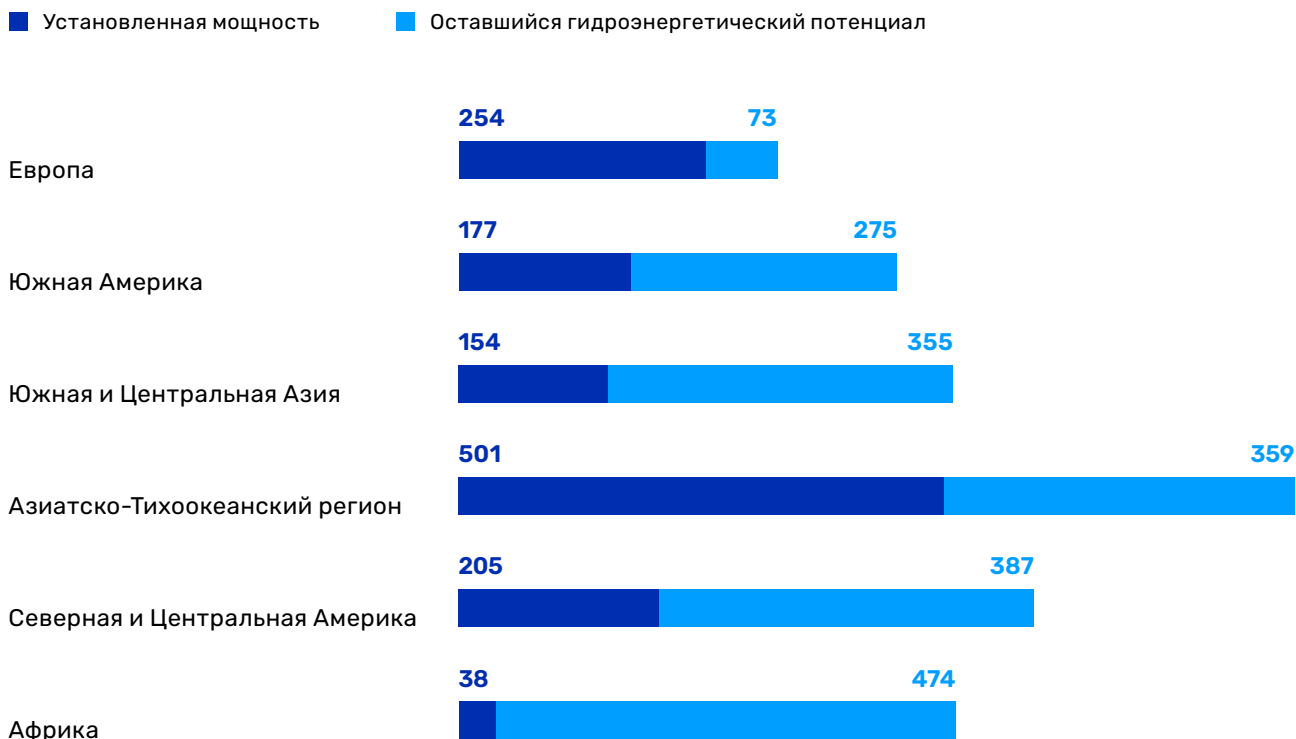
Прогнозы и планы развития, региональные различия, видение крупнейших стран и макрорегионов

- В прогнозах МЭА, IRENA и МИРЭС, ориентированных на сокращение выбросов и осуществление энергетического перехода, предполагается увеличение мощности ГЭС в мире более чем на 15 % к 2030 г. и на 45–100 % к 2050 г. Растущий спрос на электроэнергию и возможность ее экспортировать являются основными катализаторами развития гидроэнергетики в Юго-Восточной Азии и Африке.

Международные организации прогнозируют рост мощностей и выработки электроэнергии ГЭС в мире в долгосрочной перспективе. При этом темпы роста будут зависеть от политики стран, которая складывается главным образом из соображений обеспечения энергетической безопасности и декарбонизации экономики. Прогнозируемый рост будет происходить неравномерно по регионам мира, основными драйверами выступят крупные развивающиеся страны с быстро растущим спросом на электроэнергию и необходимостью развития энергетики на основе низкоуглеродных источников энергии. В мире около половины гидроэнергетического потенциала остается неосвоенным, который преимущественно концентрируется в Азии и в Африке.

Гидроэнергетический потенциал макрорегионов мира, ГВт

IHA, 2022 Hydropower Status Report

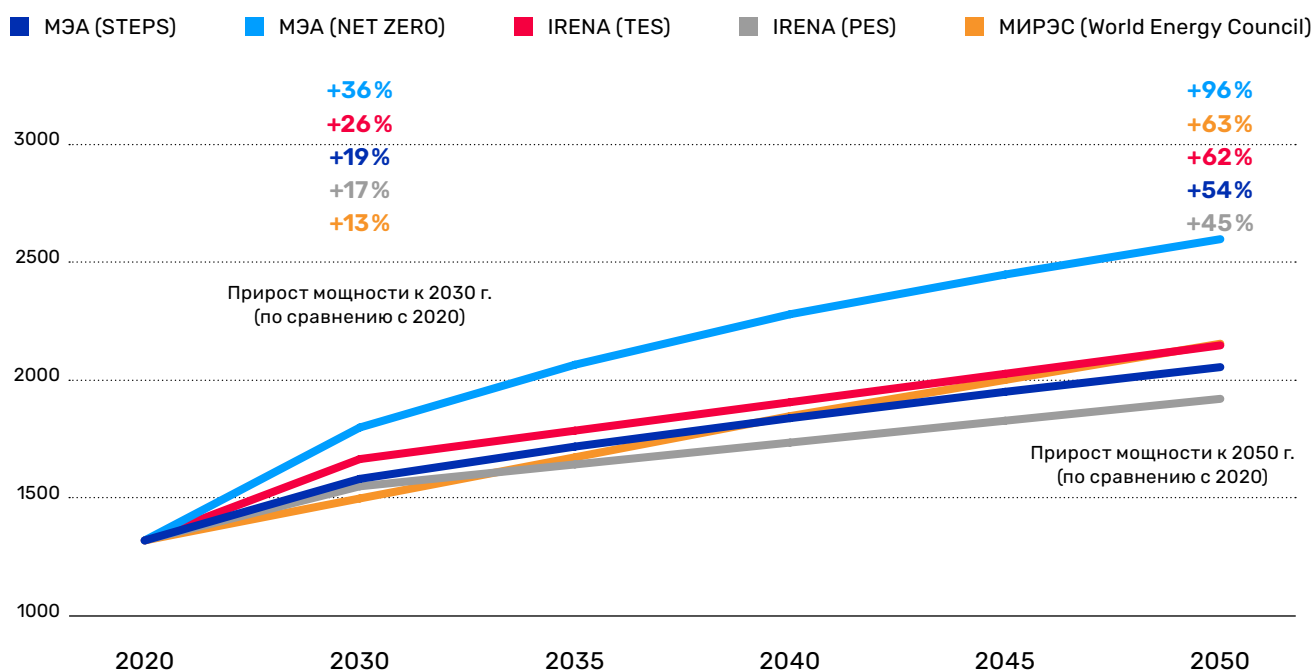


МЭА к 2030 г. в сценарии текущей политики прогнозирует чистый рост (вводы минус выходы мощностей) установленной мощности ГЭС в мире на 17% к 2020 г. (+230 ГВт). При этом ввод мощностей за этот период (новые объекты или увеличение мощности действующих ГЭС) составит 383 ГВт, а вывод из эксплуатации – 154 ГВт. После 2030 г. ввод мощностей сохранится, однако темпы роста могут немного снизиться из-за сокращения объема экономически эффективного гидропотенциала. В результате к 2050 г. суммарная мощность ГЭС (включая ГАЭС) в мире может достигнуть 2050 ГВт, что на 54% больше уровня 2020 г., а выработка электроэнергии за тот же период вырастет на 57%. Альтернативные сценарии других энергетических организаций – IRENA и МИРЭС – также прогнозируют значительное увеличение гидроэнергетической мощности как к 2030 г., так и к 2050 г.

По прогнозу МЭА, более половины вводов мощности ГЭС до 2030 г. будут обеспечены электростанциями, имеющими водохранилища (образованные плотинами). ГАЭС, составляющие более 90% мировых мощностей для накопления энергии в целях обеспечения регулирования в энергосистемах, по прогнозу составят еще 30% вводимой мощности, так как отвечают потребностям рынка в обеспечении необходимого объема маневренных мощностей, позволяющих достаточно быстро обеспечивать дополнительную энергию в часы «пиковых нагрузок» и ее аккумулирование в период избыточного количества энергии.

Прогнозы развития гидроэнергетики мира, установленная мощность, ГВт

МЭА (сценарий STEPS, NZE)⁶, IRENA (сценарий TES, PES)⁷, МИРЭС (World Energy Council)⁸



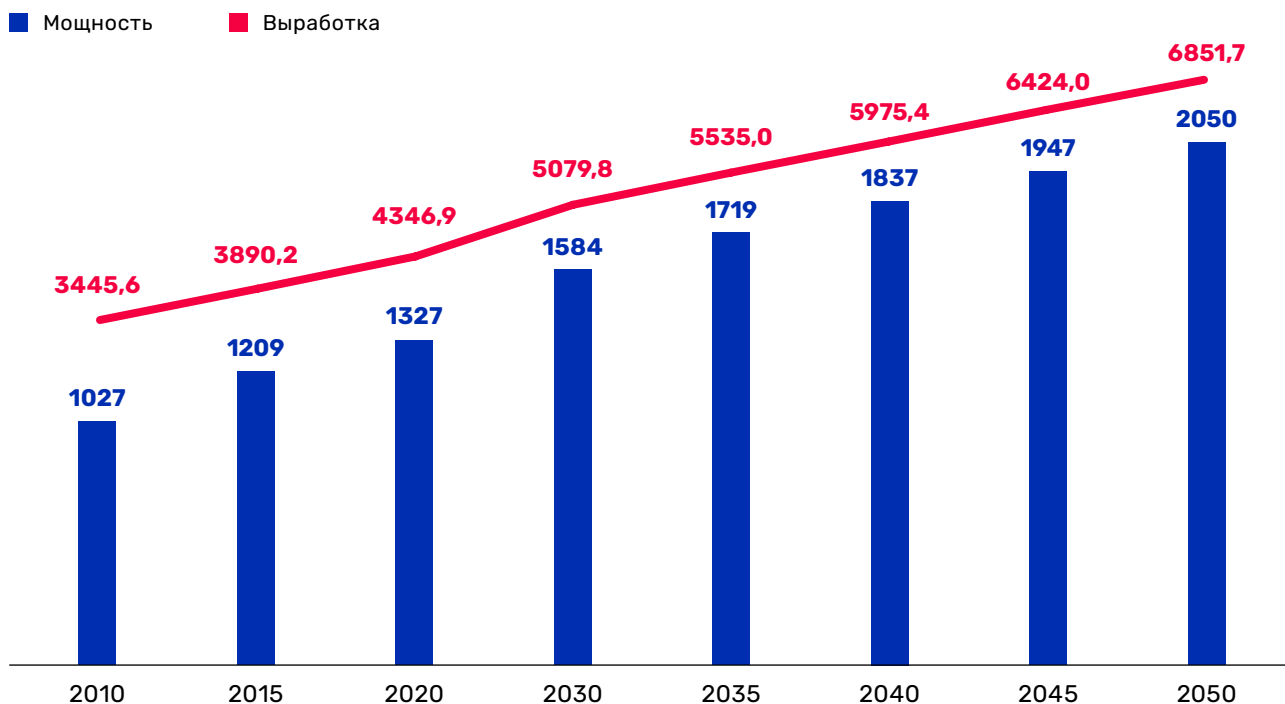
⁶ STEPS – учитывает существующие климатические политики; NZE – сценарий по достижению чистых нулевых выбросов CO₂.

⁷ PES – Планируемый энергетический сценарий, основан на текущих энергетических планах правительств стран и запланированных целей и политики; TES – Сценарий преобразования энергетики, основан на реалистичных целях по увеличению ВИЭ и повышению энергоэффективности.

⁸ World Energy Council Report: hydropower's big surge – set to double by 2050.

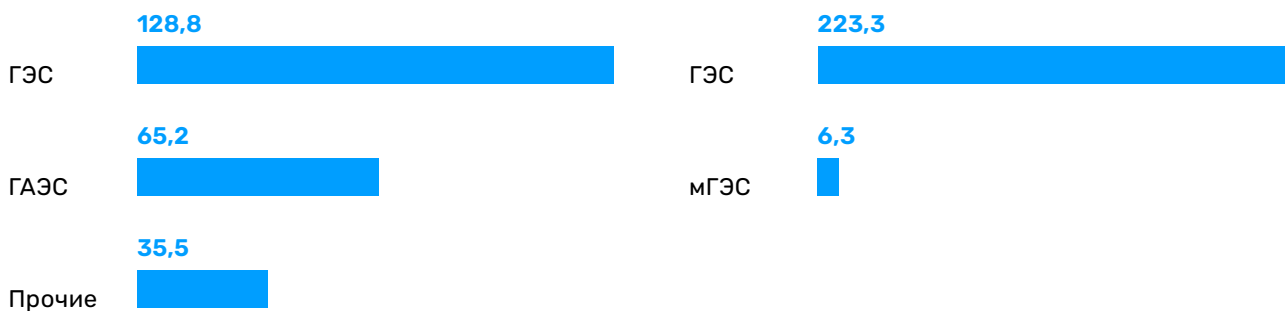
Прогноз установленной мощности и выработки ГЭС в мире до 2050 г., ГВт, млрд кВт-ч

МЭА (сценарий STEPS), учитывает существующие климатические политики



Прогноз чистого прироста мощности до 2030 г., ГВт

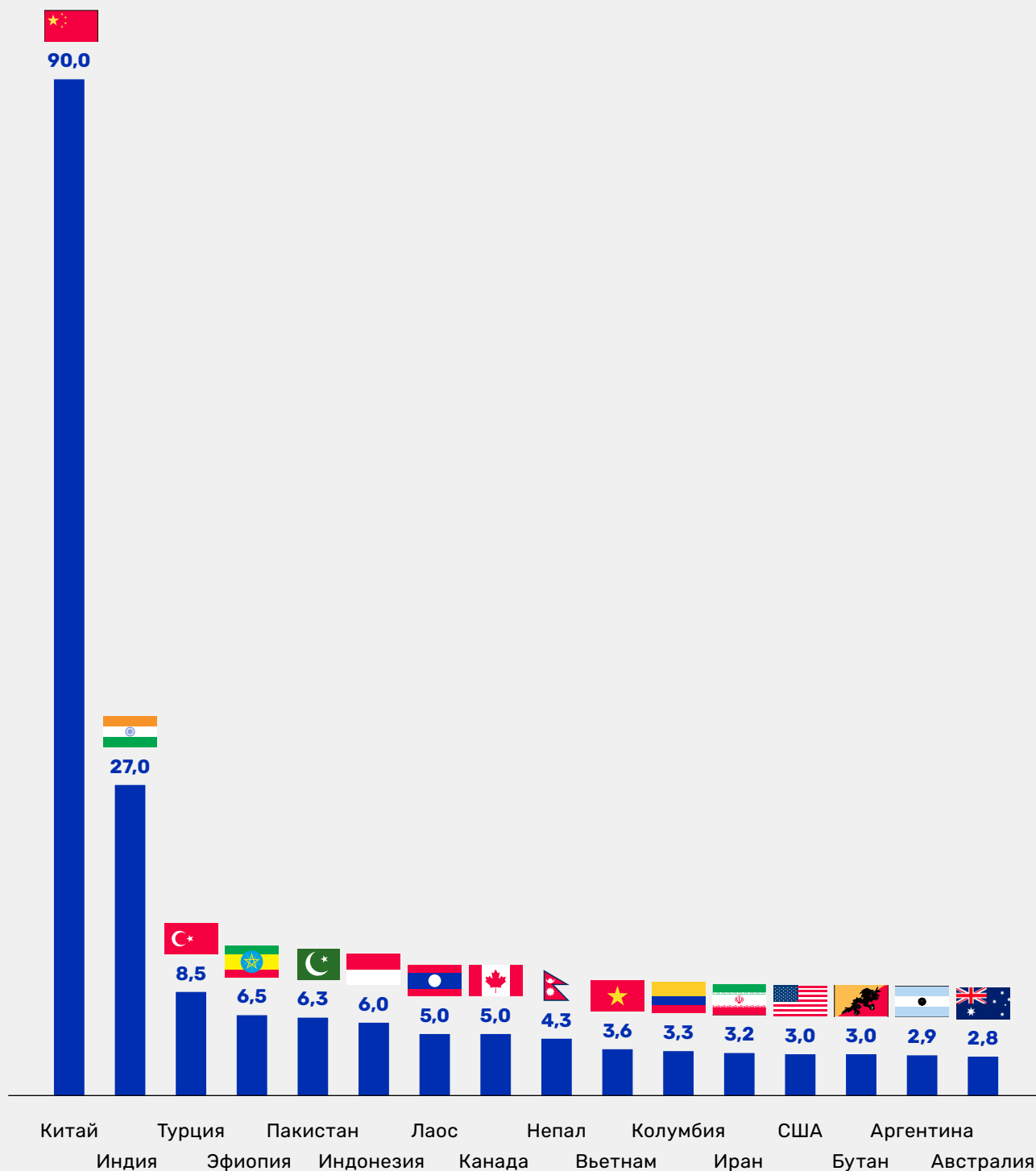
МЭА (сценарий STEPS), учитывает существующие климатические политики



Прогнозируется значительный прирост мощности ГЭС к 2030 г. Ожидаемый прирост мощности гидроэнергетики в мире в период 2020–2030 гг., по прогнозам МЭА, будет более чем на 20 % ниже, чем в предыдущее десятилетие. Проекты строительства крупных ГЭС требуют больших инвестиций, что может стать преградой для их реализации в небольших развивающихся странах. Предвидится замедление темпов вводов новых гидроэлектростанций в Китае, Латинской Америке и Европе, однако Азиатско-Тихоокеанский регион, Африка и Средний Восток частично компенсируют это снижение. Китай останется лидером ввода гидроэнергетических мощностей и обеспечит до 40 % мирового прироста мощности. Со стороны Индии, второго по величине растущего рынка гидроэнергетики в мире, планируются вводы новых или отложенных проектов, благодаря долгосрочным целям и финансовым стимулам.

Прогноз ввода ГЭС в строй в 2021–2030 гг., по странам-лидерам, ГВт

МЭА



МЭА прогнозирует после 2030 г. снижение темпов вводов в эксплуатацию ГЭС практически во всех крупнейших странах, особенно резкое в Китае. Исключением может стать Индия, которая может сохранить объемы вводов новых ГЭС на уровне 24–27 ГВт в десятилетие. В большинстве развитых стран, входящих в число лидеров по производству гидроэлектроэнергии, практически не ожидается чистого прироста мощностей ГЭС из-за исчерпания экономически эффективного гидропотенциала.

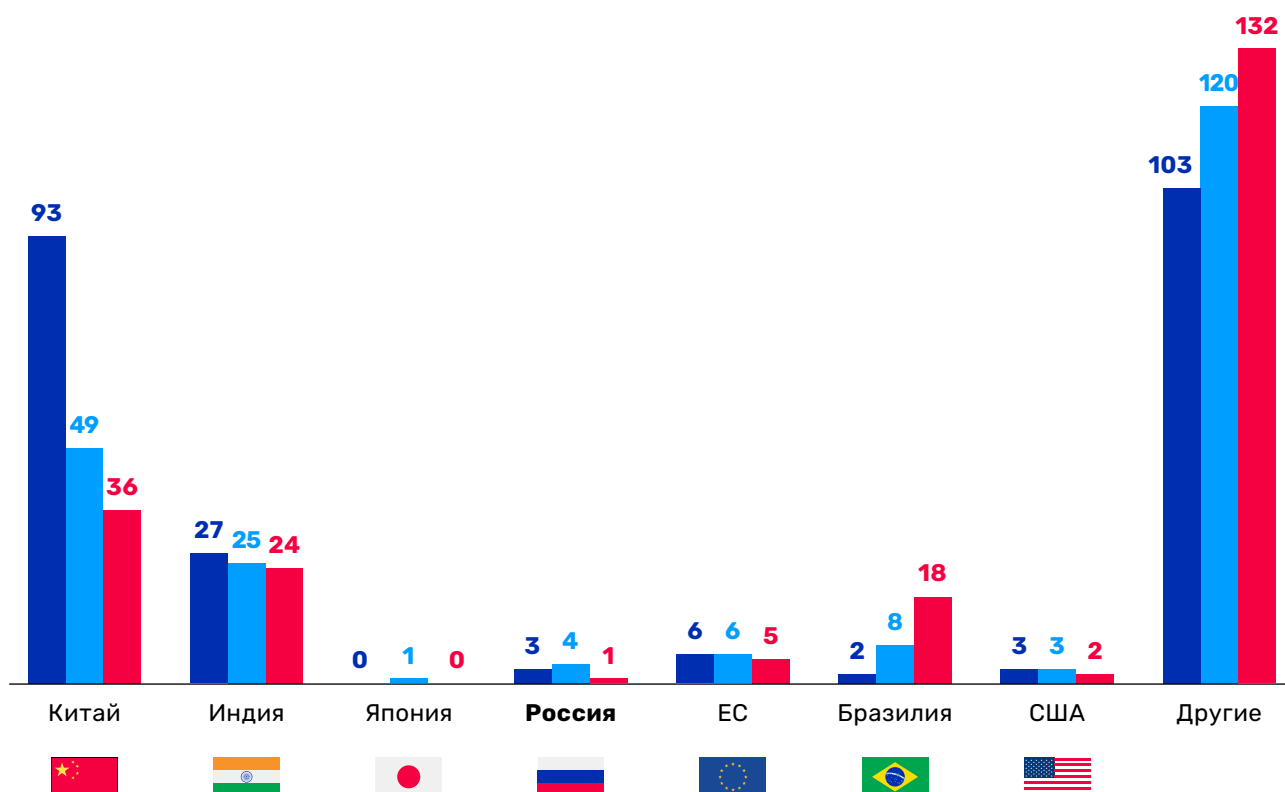
Прогноз прироста установленной мощности ГЭС по странам, ГВт

МЭА

■ 2021–2030

■ 2031–2040

■ 2041–2050



Правительство Китая продолжит активно поддерживать гидроэнергетику посредством предоставления гарантий получения будущей прибыли объектов и содействия в строительстве гидроэнергетических объектов для достижения экологических целей и ставит целью к 2025 г. увеличить мощность до 380 ГВт (одобрены к строительству новые проекты: Gangtuo, Xulong, Yalong River Yagen II, Mengdigou, Dadu River Danba, Yellow River Yangqu и другие).⁹

Растущий спрос на электроэнергию, в том числе, вырабатываемую объектами низкоуглеродной генерации, и возможность ее экспортировать являются основными катализаторами развития гидроэнергетики в Юго-Восточной Азии и Африке. Лаос и Непал планируют фокусироваться на развитии проектов по экспорту электроэнергии. В ближайшее десятилетие ожидается крупный ввод мощностей ГЭС в странах Африки к югу от Сахары, который обеспечит расширение доступа к недорогой электроэнергии за счет освоения большого, неиспользуемого в настоящий момент, гидроэнергетического потенциала.

В Латинской Америке, где до этого времени большую долю вводов обеспечивала Бразилия, практически исчерпавшая экономически эффективный гидроэнергетический потенциал, увеличение вводов ожидается в Колумбии и Аргентине.

⁹ 14th Five-Year Plan on Modern Energy System Planning – China – Climate Change Laws of the World (climate-laws.org).

В Норвегии гидроэлектроэнергия уже обеспечивает потребление всех домохозяйств, а также почти половину промышленных предприятий. Выработка гидроэлектростанций уже составляет более 90% от общего объема производства электроэнергии в стране, также в строительстве находятся гидроэнергетические объекты, которые будут вырабатывать дополнительно 2,3 ТВт ч энергии.

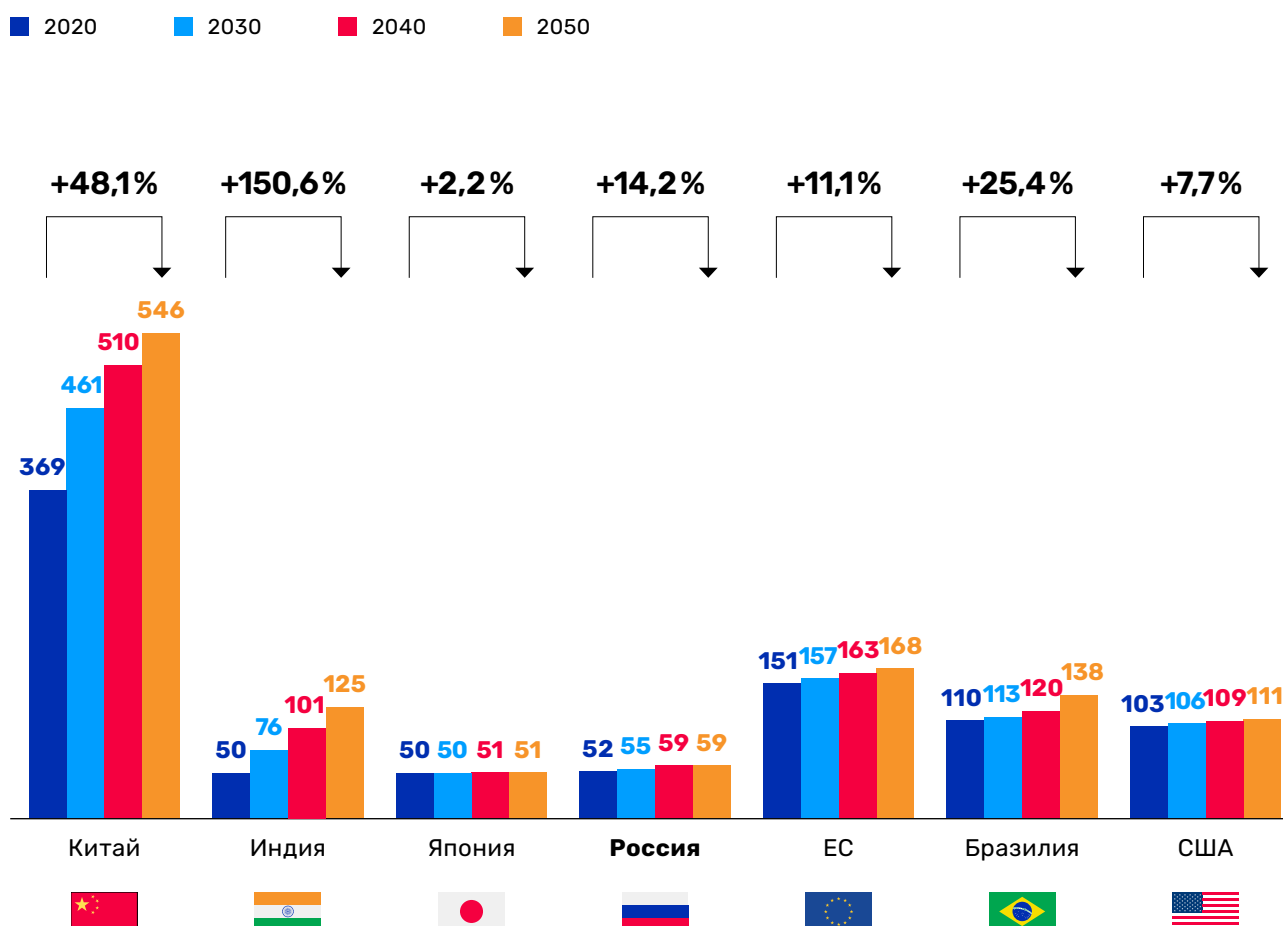
Турция планирует достичь максимума своего гидроэнергетического потенциала уже к 2023 г., ожидая достижения установленной мощности объектов гидроэнергетики в объеме 32 ГВт.

ЕС стремится диверсифицировать источники энергии, поэтому параллельно с развитием солнечной и ветровой энергетики будет искать способы аккумулировать полученную энергию, в том числе развивая ГАЭС и стабильные источники энергии такие как ГЭС.¹⁰

В Северной Америке планируется использование гидроэнергетического потенциала в Канаде и расширение возможностей страны по экспорту электроэнергии.

Прогноз изменения установленной мощности ГЭС по странам и регионам, ГВт

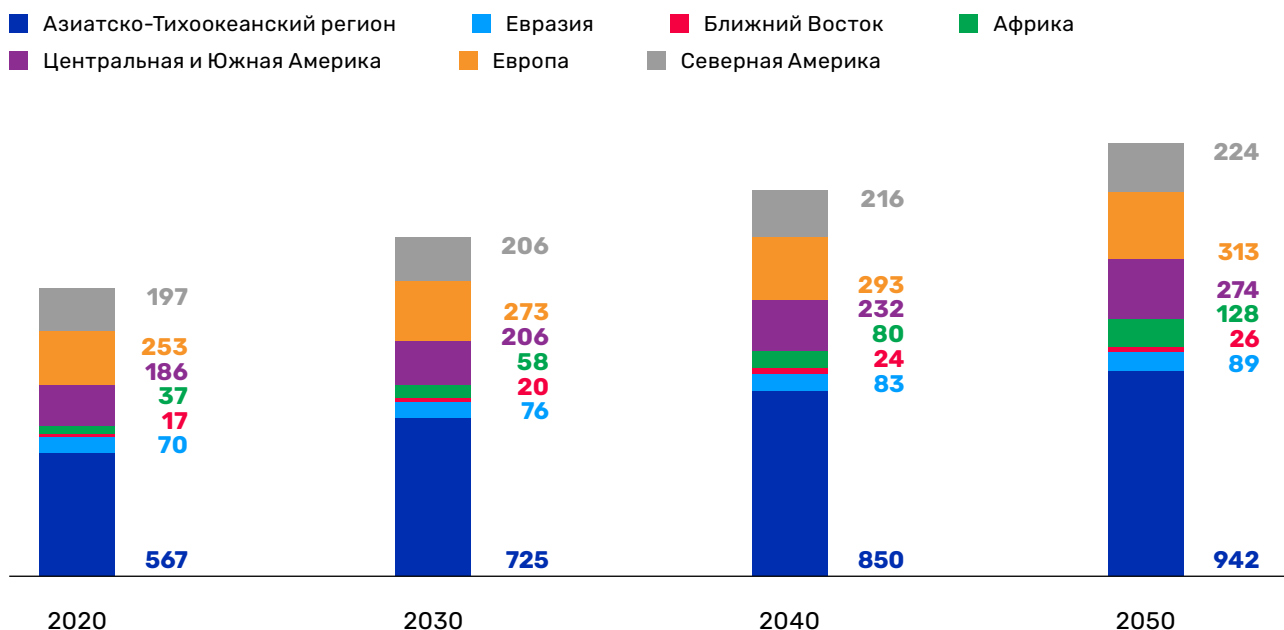
МЭА, сценарий STEPS, учитывает существующие климатические политики



¹⁰ Hydropower Europe, Strategic Industry Roadmap [Technology Roadmap and Research & Innovation Agenda](https://www.hydropower-europe.eu) (hydropower-europe.eu).

Прогноз изменения установленной мощности ГЭС, по макрорегионам, ГВт

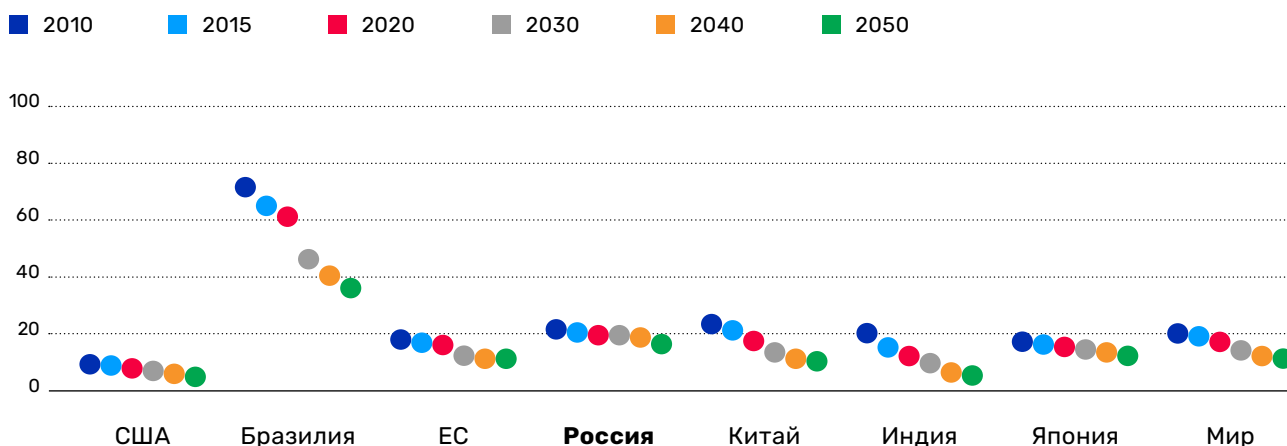
МЭА



Несмотря на ожидания по росту установленных мощностей ГЭС в мире в целом и в крупнейших странах, к 2050 г. их доля в структуре суммарных установленных электроэнергетических мощностей и выработке электроэнергии будет иметь тенденцию к снижению. Так, в мире прогнозируется снижение показателя с 17% в 2020 г. до 11% в 2050 г. Аналогичная тенденция прогнозируется во всех крупнейших странах и регионах мира. Наибольшее снижение ожидается в Бразилии (с 61% до 36%), а также Китае (с 17% до 10%), Индии (с 12% до 5%) и ЕС (с 16% до 11%). Основная причина снижения роли ГЭС в энергетике – опережающий рост генерирующих мощностей на основе альтернативных ВИЭ (солнце, ветер) на фоне стагнации гидроэнергетики за счет освоения большой доли гидроэнергетического потенциала (ЕС, США) или относительного снижения темпов роста (Китай, Индия).

Доля ГЭС в суммарной установленной мощности электростанций по крупнейшим странам, факт и прогноз до 2050 г., %

МЭА



Новая политика за рубежом, влияющая на развитие гидроэнергетики, включая программы стимулирования и поддержки. Инвестиции в отрасль

- Около половины мировых инвестиций в отрасль гидроэнергетики в долгосрочной перспективе будет направлено на модернизацию и поддержание существующей инфраструктуры в развитых странах. Значимая доля инвестиций в новые проекты будет реализована с участием компаний Китая, в том числе за счет осуществления проектов за рубежом (Пакистан, Лаос, Аргентина, Колумбия, Перу).

В мире интенсивность развития возобновляемой энергетики, требующей больших капитальных вложений, во многом определяется национальными целями по вводу мощностей и программами поддержки. В большинстве стран гидроэнергетика получает поддержку наравне с другими видами ВИЭ. В Индии и Малайзии, например, отрасль была включена в «зеленую» таксономию и начала получать значительную дополнительную господдержку. Государственная политика играет важную роль в снижении рисков реализации проектов, в которых задействованы частные компании, так как со стороны государства решаются важнейшие для проектов вопросы выдачи согласований и разрешений на строительство, вопросы экологического и социального признания.

Китай играет важную роль в развитии мировой гидроэнергетической отрасли. Более половины всех новых гидроэнергетических проектов в странах Африки к югу от Сахары, Юго-Восточной Азии и Латинской Америки до 2030 г. будут полностью построены или частично профинансированы китайскими компаниями с возможностью последующего владения объектами ГЭС. В Азии, включая Индию, около 45 % гидроэнергетической мощности, планируется построить с участием китайских компаний. Также Китай активно участвует в проектах в Пакистане и Лаосе в качестве инвестора или строителя. Прогнозируется, что более чем в 40 % проектов Латинской Америки будет участвовать Китай, особенно в крупных инвестиционных проектах в Аргентине, Колумбии и Перу.

45%

суммарных мощностей ГЭС в Азии будет введено до 2030 г. при поддержке компаний Китая

Латинская Америка и Европа проводят политику поддержки гидроэнергетической отрасли через аукционы и льготные тарифы (FITs). Льготные тарифы обеспечивают фиксированную цену на реализацию возобновляемой энергии, которая вырабатывается в сеть. Это гарантирует генераторам будущие доходы и повышает инвестиционную привлекательность проектов гидроэнергетики. Фиксированные цены обеспечиваются либо за счет потребителей, либо финансируются за счет бюджета. Кроме льготных тарифов часто применяются обязательства по покупке определенного объема возобновляемой энергии (RPO), которые обязывают поставщиков продукции покупать минимальный объем или долю произведенной электроэнергии ВИЭ. Это часто используется вместе с сертификатами I-REC, позволяющими торговать единицами использованной чистой энергии.

Сертификаты «чистой» энергии I-REC

Выгоду от производства «чистой» энергии на ГЭС компании могут получить благодаря приобретению международных сертификатов I-REC, которые выдаются генерирующим компаниям за единицу электроэнергии. Сертификаты введены во многих странах мира, включая страны Азии, Африки, Ближнего Востока и Латинской Америки, где не существует других похожих механизмов (например, в Европе есть система сертификатов гарантии происхождения (энергии) GOs), и позволяют гарантировать потребителю происхождение электроэнергии от ВИЭ, учитывать их в ESG отчетности и привлекать инвестиции. Сертификаты могут быть проданы, но, если компания купила I-REC как потребитель электроэнергии, он выходит из обращения. В частности, ГЭС Thanh Thuy (Вьетнам) и Sungai Kerling (Малайзия) уже могут поставлять «чистую» сертифицированную энергию I-REC.¹¹ В России из-за санкций сертификаты недоступны, но в ближайшее время правительство планирует рассмотрение альтернативных механизмов поддержки «зеленой» электроэнергетики.¹²

Инвестиции, необходимые для реализации гидроэнергетических проектов, зависят прежде всего от масштабов объектов, их характеристик и местоположения. Наибольшую долю расходов составляют строительные работы, в том числе земляные работы, прокладка туннелей, строительство плотин и зданий электростанций. Вторая по величине доля расходов обычно идет на электромеханическое оборудование (турбины, генераторы и другие вспомогательные системы), так как они специфичны (индивидуальны) для каждого объекта и редко производятся серийно (типовым способом).

В ближайшие 10 лет почти половину инвестиций (около 127 млрд долл.) в мировую гидроэнергетику планируется использовать для модернизации действующих станций в целях обеспечения их работоспособности. В большей степени это относится к развитым странам, создавшим свою гидроэнергетику 50–60 лет назад. В Северной Америке и Европе почти 90 % инвестиций будет направлено на модернизацию существующих станций.

МЭА прогнозирует объем инвестиций в мировую гидроэнергетику в период 2021–2050 гг. в диапазоне 2,1–3,0 трлн долл. в зависимости от сценария, что предусматривает ежегодные (средние) вложения на уровне 70–100 млрд долл. Ожидается, что большая часть инвестиций придется на развивающиеся страны. Это позволит увеличить мощности ГЭС в мире в 1,5–2 раза к 2050 г.

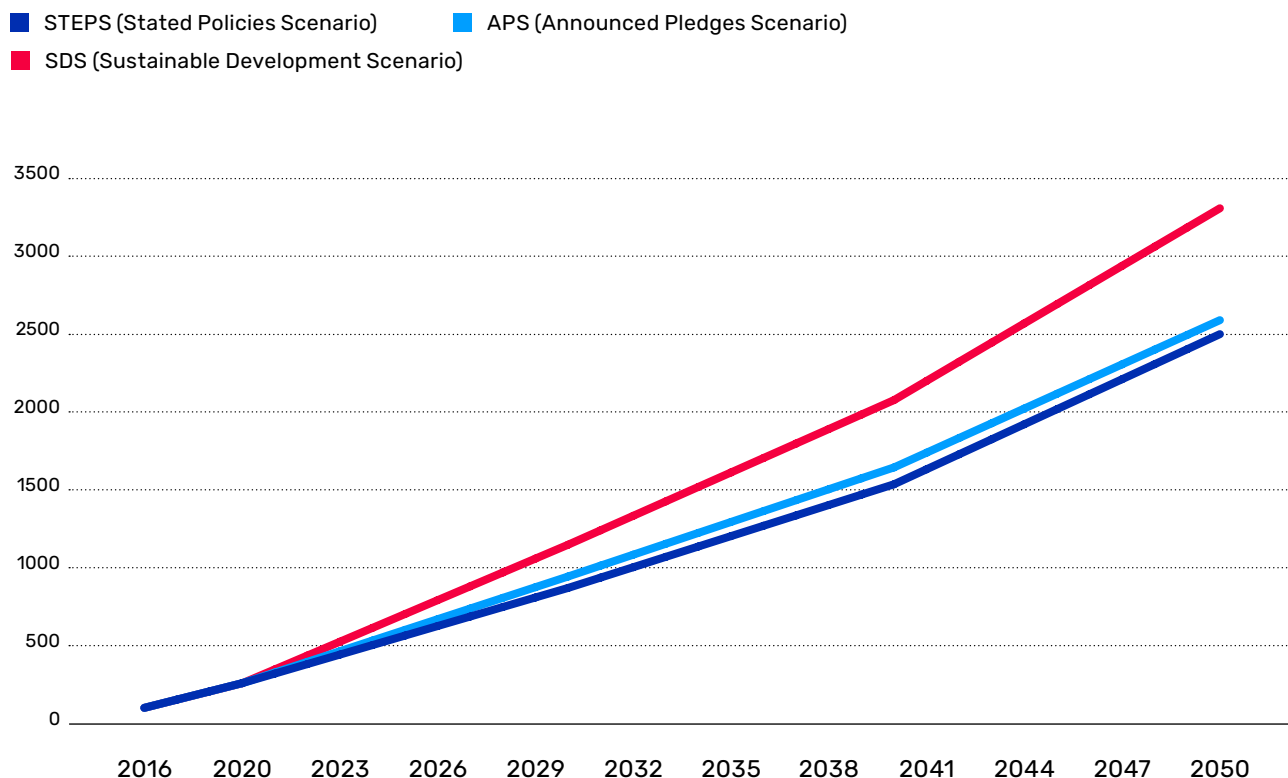
В региональном разрезе абсолютным лидером по объему инвестиций является Китай, и в период до 2030 г. страна сохранит лидерство, несмотря на снижение инвестиций. Большая часть инвестиций в Китае будет направлена на строительство новых ГЭС, в том время как в ряде других регионов (Северная Америка, Европа, Евразия) в структуре инвестиций преобладает модернизация (расширение) действующих ГЭС. Регионы АТР и Африки и Средней Азии в период 2021–2030 гг. планируют нарастить инвестиции в гидроэнергетику по сравнению с предыдущей декадой.

¹¹ ECOHZ, член Совета по стандартам I-REC, участвует в создании стандартов I-REC, www.ecohz.com/i-recs.

¹² Законопроект № 196167-8 О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» (в части регулирования отдельных правоотношений, возникающих в связи с введением в гражданский оборот атрибутов генерации и сертификатов происхождения электрической энергии) № 196167-8 Законопроект: Система обеспечения законодательной деятельности (duma.gov.ru).

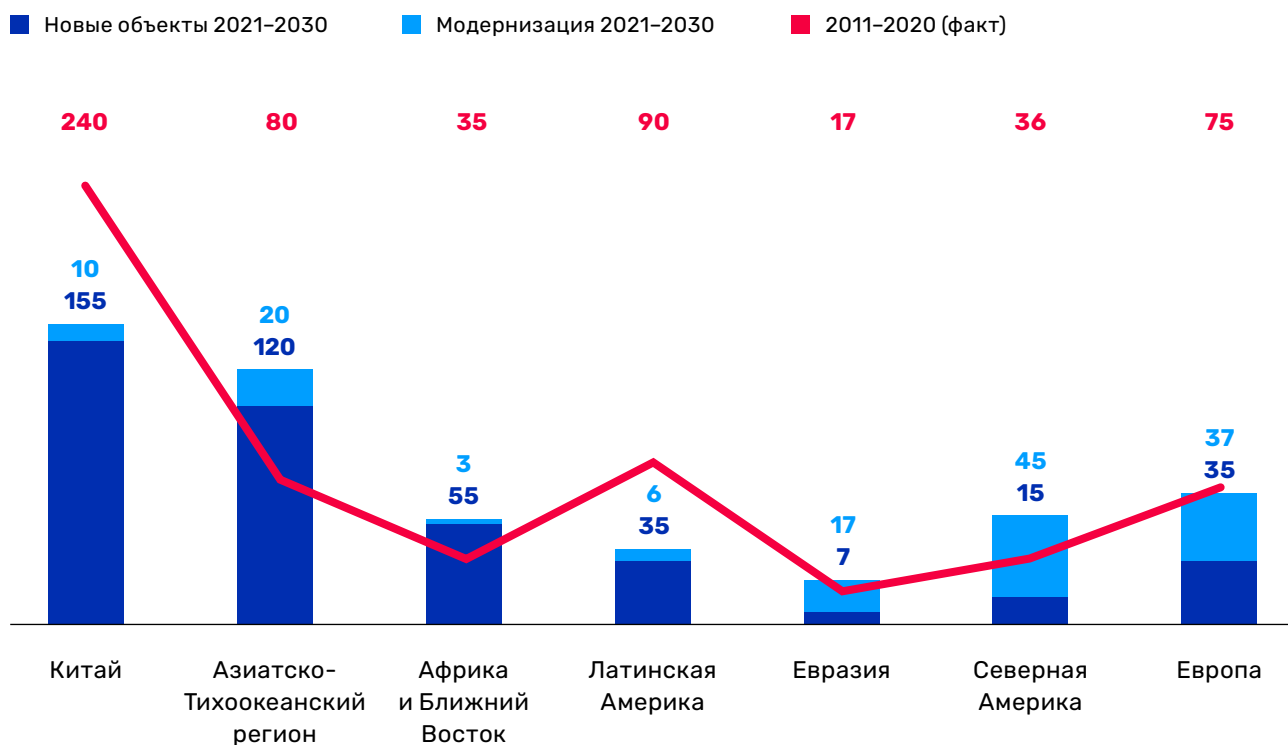
Накопленные инвестиции в отрасль гидроэнергетики с 2016 г. в разрезе сценариев, прогноз до 2050 г., млрд долл.

МЭА



Фактические и прогнозные объемы инвестиций в гидроэнергетику, по макрорегионам мира, млрд долл.

МЭА



Климатические облигации для гидроэнергетических проектов¹³

В соответствии с прогнозами, ежегодные инвестиции в отрасль в зависимости от сценария ожидаются от 60 до 123 млрд долл., причем для стабильного развития гидроэнергетики необходимо привлекать более 100 млрд долл. ежегодно. Соответственно существует необходимость привлечения дополнительного финансирования, которое гидроэнергетические проекты могут получить с помощью климатических облигаций, CBI. Этот способ финансирования используется для климатических проектов, направленных на достижение целей Парижского соглашения по климату. Чтобы показать, что гидроэнергетический проект соответствует критериям, проводится анализ соответствия требованиям ESG для выявления и устранения недостатков по 12 пунктам оценки окружающей среды¹⁴, социальных эффектов и управления. Инвесторы (банки, девелоперы, правительства и частные компании) могут выпускать сертифицированные климатические облигации для финансирования и рефинансирования гидроэнергетических проектов (ГАЭС, речных и водохранилищных сооружений любого размера), соответствующих критериям ESG.

Роль гидроэнергетики в низкоуглеродной повестке: различия в политике крупнейших стран, а также стран, активно реализующих гидроэнергетические проекты

- Гидроэнергетика может выступать как источник низкоуглеродной энергии, а также выполнять функцию накопления энергии, выработанной другими электростанциями для дальнейшего ее использования. Несмотря на рост мощности, доля ГАЭС относительно других источников энергии будет постепенно вытесняться другими электростанциями на основе ВИЭ и вероятно снизится с 17% в 2020 г. до 7–11% к 2050 г.

В мире в 2021 г. в структуре установленной мощности объектов ВИЭ доля ГАЭС составляла более 40%. Гидроэнергетика, по сравнению с прочими электростанциями на основе ВИЭ, позволяет не только вырабатывать электроэнергию, но и хранить энергию воды и перераспределять ее использование во времени. Из-за низких расходов на обслуживание и больших объемов водохранилищ, гидроэнергетика остается одним из наиболее доступных и удобных способов хранения энергии. Дамбы на водохранилищах и гидроаккумулирующие гидроэлектростанции обеспечивают возможность сохранять месяцами энергию, выработанную, в том числе, другими ВИЭ, такими как солнечные и ветровые электростанции. По оценкам МЭА, водохранилища всех существующих традиционных ГАЭС в мире суммарно могут накапливать около 1500 ТВт·ч электроэнергии за один полный цикл, что сопоставимо с половиной годового спроса на электроэнергию в ЕС. К 2030 г. увеличение емкости для накапливаемой энергии ГАЭС составит 7% (увеличится на 9 ТВт·ч).

¹³ Climate Finance — Hydropower Sustainability Council (hydrosustainability.org).

¹⁴ Environmental, Social, Governance Tool — Hydropower Sustainability Council (hydrosustainability.org).

Гидроэнергетика способна сыграть важную роль в декарбонизации энергетики на фоне опережающего роста потребления электроэнергии в мире по сравнению с другими энергоресурсами (тренд на электрификацию всех сфер экономики, в том числе транспорта, промышленности). ГЭС обеспечивают сравнительно дешевой и практически безуглеродной энергией, что является важным элементом на пути к декарбонизации экономики стран, прежде всего развивающихся с низкой покупательной способностью бизнеса и населения.

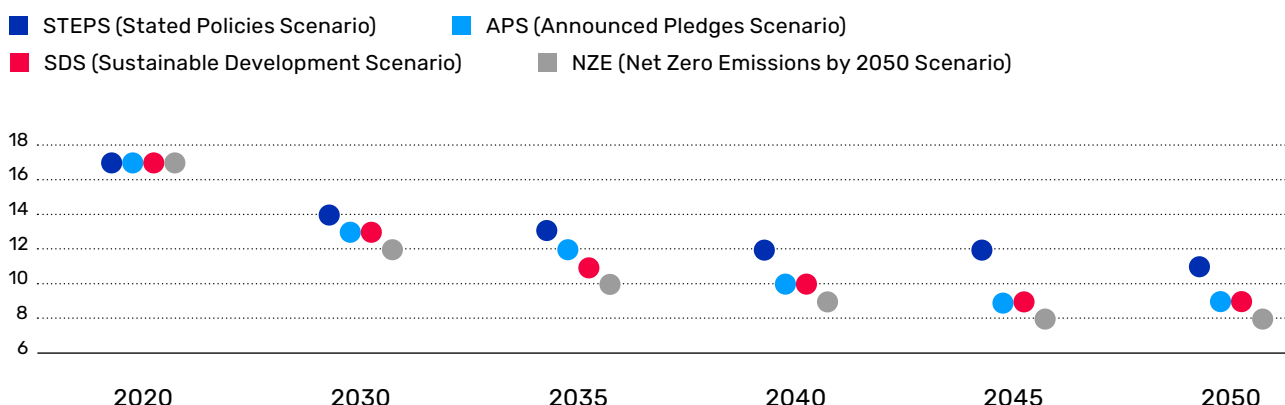
Гидроэнергетика включена в «зеленую» таксономию ЕС, США, Китая и ряда других крупных стран. В таксономии ЕС гидроэнергетика признается¹⁵ экологически устойчивым видом экономической деятельности¹⁶. Прямые выбросы при производстве электроэнергии ГЭС и прочих ВИЭ, не использующих топливные составляющие, отсутствуют. Низкоуглеродный характер гидроэнергетики подтверждается оценками удельных выбросов на полном жизненном цикле, которые у ГЭС, за исключением отдельных ГЭС в тропических регионах, находятся на одном уровне с АЭС и ветровой энергетикой, но на порядок ниже показателя в угольной и газовой генерации.

Также перед строительством новых объектов и для оценки существующих, в том числе при проведении модернизации, проводится анализ воздействия ГЭС на климат и экосистему (включая меры по обеспечению миграции рыб, минимального экологического стока, защите мест обитания), оценивается эффективность принятых мер. Для отнесения гидроэнергетических проектов к климатическим в ЕС, Китай рассматривает¹⁷ все проекты ГЭС как «зеленые», что обеспечивает им соответствующую поддержку.

МЭА прогнозирует, что для обеспечения траектории развития мировой экономики к «чистому нулю» по выбросам (сценарий NZE) к 2050 г. необходимо удвоить мировые гидроэнергетические мощности – с 1,3 ТВт до 2,6 ТВт, что на 0,5 ТВт (25%) больше, чем в сценарии текущей политики. Во всех сценариях МЭА прогнозирует снижение роли гидроэнергетики в мировой электроэнергетике к 2050 г., особенно в сценарии NZE – до 7% на фоне значительного роста прочих ВИЭ в структуре мирового электробаланса. В менее «зеленых» сценариях доля ГЭС составит около 9–12% в 2050 г.

Прогноз изменения доли ГЭС в электроэнергетических мощностях мира до 2050 г., %

МЭА (различные сценарии)



¹⁵ About the EU Taxonomy Compass ([europa.eu](https://ec.europa.eu/economy_finance/eu-taxonomy-compass)).

¹⁶ Необходимо соответствие одному из следующих критериев: 1) это русловая ГЭС либо не имеет искусственного водохранилища; 2) удельная мощность электростанции превышает 5 Вт/м²; 3) выбросы парниковых газов на всем жизненном цикле выработки электроэнергии на ГЭС ниже 100 г CO₂/кВт·ч при расчете по рекомендациям ЕС, ISO или с помощью инструмента G-res.

Достижение чистых нулевых выбросов к 2050 г. возможно в случае, если правительства резко повысят свои цели в области гидроэнергетики. В случае активного включения стран в ускорение развития отрасли прирост глобальных гидроэнергетических мощностей может увеличиться на 40 % к 2030 г. Драйверами такого роста в развивающихся странах могут стать доступ к льготному финансированию, а также внедрение усовершенствованных бизнес-моделей, таких как государственно-частное партнерство, чтобы снизить и разделить риски между стейкхолдерами. Также фактором роста может стать минимизация задержек реализации проектов из-за экологических и социальных требований. В развитых странах совершенствование рыночных механизмов и ведение политики, гарантирующей будущие доходы, могут ускорить реализацию проектов ГАЭС.

Механизм чистого развития (МЧР)

Одним из механизмов поддержки отрасли гидроэнергетики в мире в качестве климатических проектов является механизм чистого развития (МЧР), созданный в рамках Киотского протокола. МЧР позволяет проектам, направленным на сокращение выбросов в развивающихся странах, получить сертифицированные единицы сокращения выбросов (ССТВ), каждая из которых соответствует 1 т CO₂. Такие углеродные единицы могут быть проданы и использоваться странами для достижения целей по сокращению выбросов в соответствии с Киотским протоколом. На 2022 г. 350 гидроэнергетических проектов числятся в базе МЧР и имеют подробное описание эффектов сокращения выбросов, социальных, экономических и климатических факторов развития. Среди них 154 китайских проекта, 88 в Индии, 23 в Бразилии и 27 во Вьетнаме. Российские проекты в базе не числятся.¹⁸ В ближайшее время вместо механизма чистого развития будет использоваться принятый на саммите COP26 в Глазго в рамках Парижского соглашения (статья 6) механизм торговли углеродными единицами. Механизм предполагает, что страна может продавать углеродные единицы, полученные от сокращения парниковых выбросов, другим странам для достижения климатических целей.¹⁹

По сравнению с другими видами ВИЭ гидроэнергетика обладает наибольшей установленной мощностью и выработкой. Соотношение выработки ГЭС к мощности (КИУМ, коэффициент использования установленной мощности) в 3 раза выше, чем у объектов солнечной генерации и в 1,5 раза больше, чем у ВЭС. Это показывает преимущество ГЭС по энергетической эффективности и иллюстрирует стабильность их генерации для обеспечения спроса на электроэнергию.

Соотношение выработки к мощности (КИУМ) ГЭС сравнимо с соответствующим показателем объектов тепловой энергетики при использовании нефти как энергоносителя, однако значительно ниже ТЭС работающей на угле и природном газе. Выработка, приходящаяся на ГВт установленной мощности (КИУМ) объектов атомной энергетики примерно в 2 раза выше, чем ГЭС. Однако установленная мощность ГЭС выше других углеродных источников энергии и только гидроэнергетика позволяет получать «чистую энергию» без выбросов CO₂ и образования высокотоксичных и трудно утилизируемых отходов ТЭС и АЭС.

¹⁸ CDM: About CDM (unfccc.int).

¹⁹ Climate Explainer: Article 6 (worldbank.org).

Мощность и выработка ГЭС в мире в сравнении с другими ВИЭ

IRENA

Мощность, ГВт (левая шкала)

СЭС

ВЭС

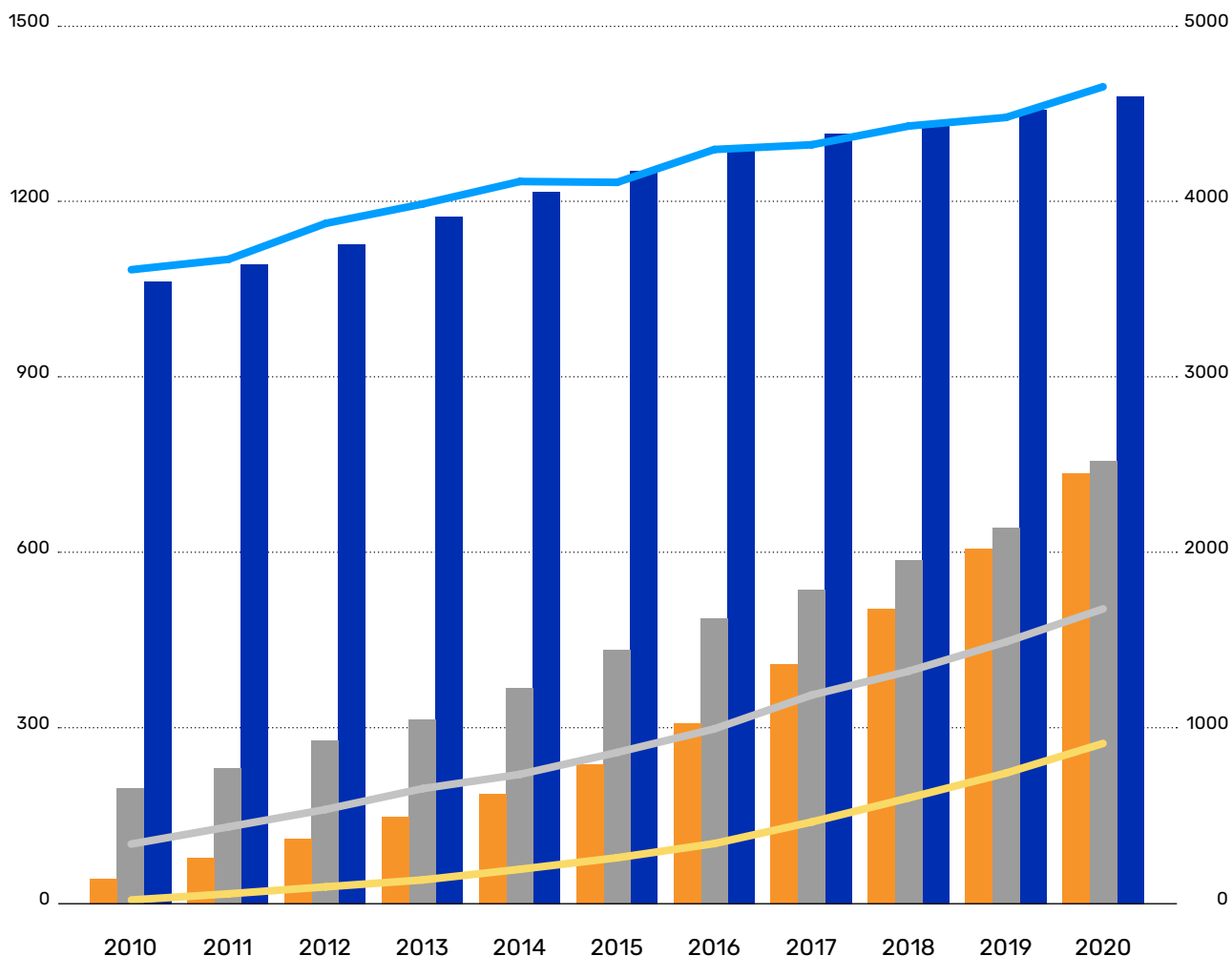
ГЭС

Выработка, ТВт·ч (правая шкала)

СЭС

ВЭС

ГЭС



Новые ГЭС и ГАЭС, вводы мощностей

- Основную часть ввода мощностей ГЭС в 2020–2021 гг. обеспечил Китай, который ввел такие крупные объекты как Wudongde (10,2 ГВт) и Baihetan (16 ГВт). Значительные мощности также ввели Индия (1,3 ГВт) и Канада (1,2 ГВт). К 2030 г. ожидается активный ввод мощностей в Китае, Индии, Турции, Эфиопии, Пакистане и Индонезии.

В последние годы в мире интенсивность ввода новых мощностей ГЭС снизилась, что вызвано цикличностью реализации крупных проектов, прежде всего в Китае. В 2021 г. Китай обеспечил около 80 % вводов мировых мощностей ГЭС, в том числе за счет таких крупных проектов, как ГЭС Baihetan (16 ГВт).

В 2020–2021 гг. основные мощности ГЭС были введены в строй, помимо Китая, в Турции, Канаде, Лаосе.

Наиболее значимые вводы мощностей ГЭС и ГАЭС в мире в 2020–2021 гг.

IHA, NS energy

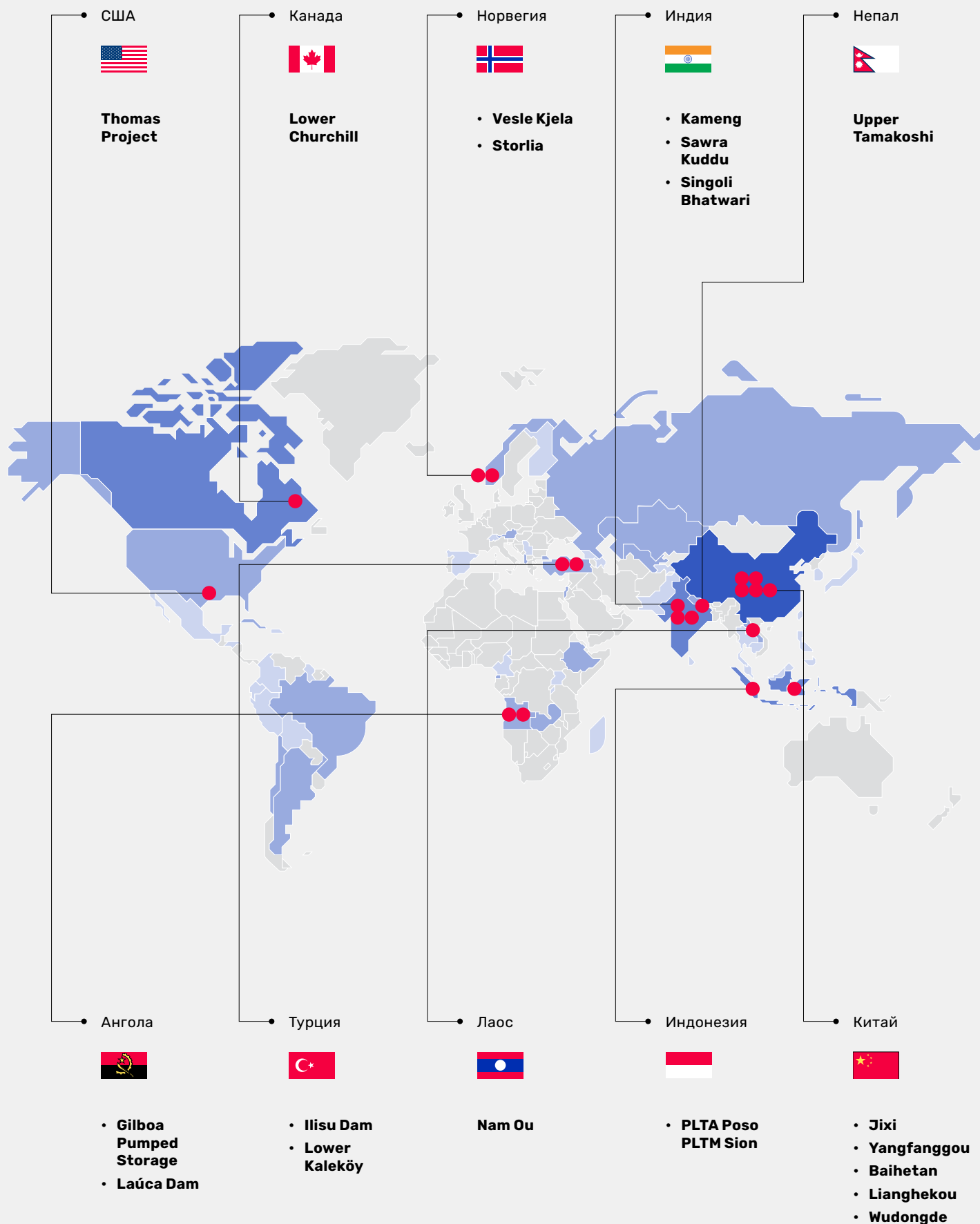
Название проекта		Страна	Мощность, ГВт	Инвестиции, млрд долл.	Год ввода	Компания	Основные поставщики генерирующего оборудования
Laúca		Ангола	2,1	4,3	2020	Gabinete de Aproveitamento do Médio Kwanza (GAMEK)	Andritz
Jixi (ГАЭС)		Китай	1,8	1,6	2020	State Grid Corporation of China (SGCC)	Dongfang Electric Machinery Company
Ilisu		Турция	1,2	1,3	2020	General Directorate of State Hydraulic Works Turkey (DSI)	Andritz
Lower Kaleköy		Турция	0,5	нд	2020	нд	GE Energy
Lower Churchill		Канада	0,2	нд	2020	нд	нд
Wudongde		Китай	6,8	10,3	2020	China Three Gorges Corporation (CTG, 70%), Sichuan Province (15%) и Yunnan Province (15%)	Voith, GE
Muskrat Falls Hydroelectric Generating Station, часть Lower Churchill		Канада	0,8	12,7	2021	нд	нд

Название проекта		Страна	Мощность, ГВт	Инвестиции, млрд долл.	Год ввода	Компания	Основные поставщики генерирующего оборудования
Nam Ou		Лаос	0,6	2,7	2021	Electricite du Laos (EDL)	Toshiba
Upper Tamakoshi		Непал	0,4	нд	2021	нд	нд
Kameng Hydropower Station		Индия	0,3	1,0	2021	нд	Andritz
Baihetan		Китай	6,0	26,0	2021	Jinsha River Chuanyun Hydropower Development Company	Dongfang Electric Machinery, Harbin Electric Machinery Factory
Wudongde		Китай	3,4	5,2	2021	China Three Gorges Corporation (CTG, 70%), Sichuan Province (15%) и Yunnan Province (15%)	Voith, GE
Lianghekou		Китай	2,5	10,8	2021	Yalong River Basin Hydropower Development Company	Harbin
Yangfanggou		Китай	1,5	3,3	2021	Yalong River Basin Hydropower Development Company	Voith

Ввод новых мощностей ГЭС в мире в 2020 и 2021 г., МВт

ЦСП по данным IRENA, IHA

2 – 100 100 – 1000 1000 – 15000 >15000



Производство гидроэнергетического оборудования в мире

- Гидроэнергетическое оборудование производится в основном в Германии, США, Австрии, Китае, России, Японии и Индии, но более половины мирового рынка обеспечивают 3 компании: Voith, GE Renewable Energy и Andritz. На отдельных региональных рынках представлены свои компании (например, в Китае).

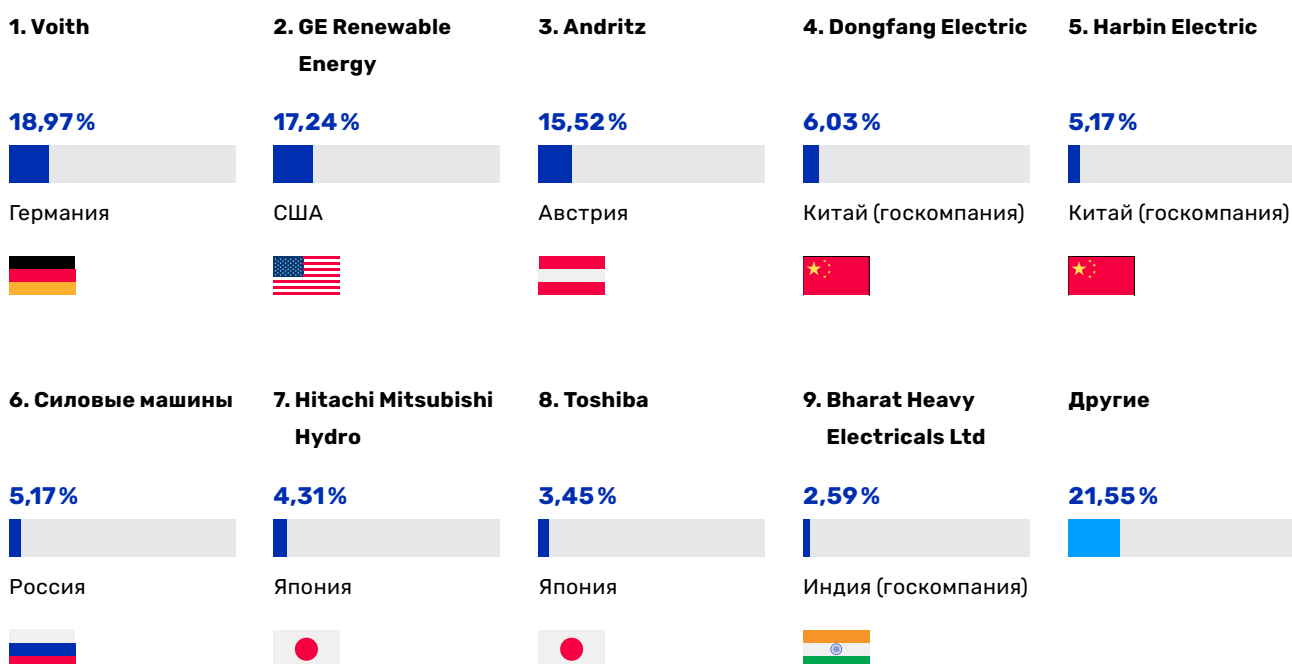
К основному оборудованию ГЭС относятся турбины и генераторы. В мире относительно мало компаний, производящих крупные турбины (мощностью более 30 МВт) и генераторы. Это связывают с достаточно высокими барьерами входа на рынок основного оборудования ГЭС, а также с технологической сложностью и уникальностью оборудования. В отличие от других видов генерации, оборудование для крупных ГЭС не производится серийно, а изготавливается под конкретный проект индивидуально с учетом проектируемых параметров ГЭС.

Основные производители турбин

Более 50 % мирового рынка производства турбин обеспечивают три компании, основанные более 100 лет назад, — Voith (Германия), GE Renewable Energy (США) и Andritz (Австрия). Их размер является следствием множества слияний и поглощений. Остальные компании-производители появились позднее и развивались в контексте соответствия потребностям уже существующего рынка.

Топ-9 производителей турбин для ГЭС по мощности произведенного оборудования в мире, доля на рынке по мощности установленного оборудования

HYDROPOWER INDUSTRY SUPPLY CHAIN DEEP DIVE ASSESSMENT, US Department of energy, GlobalData

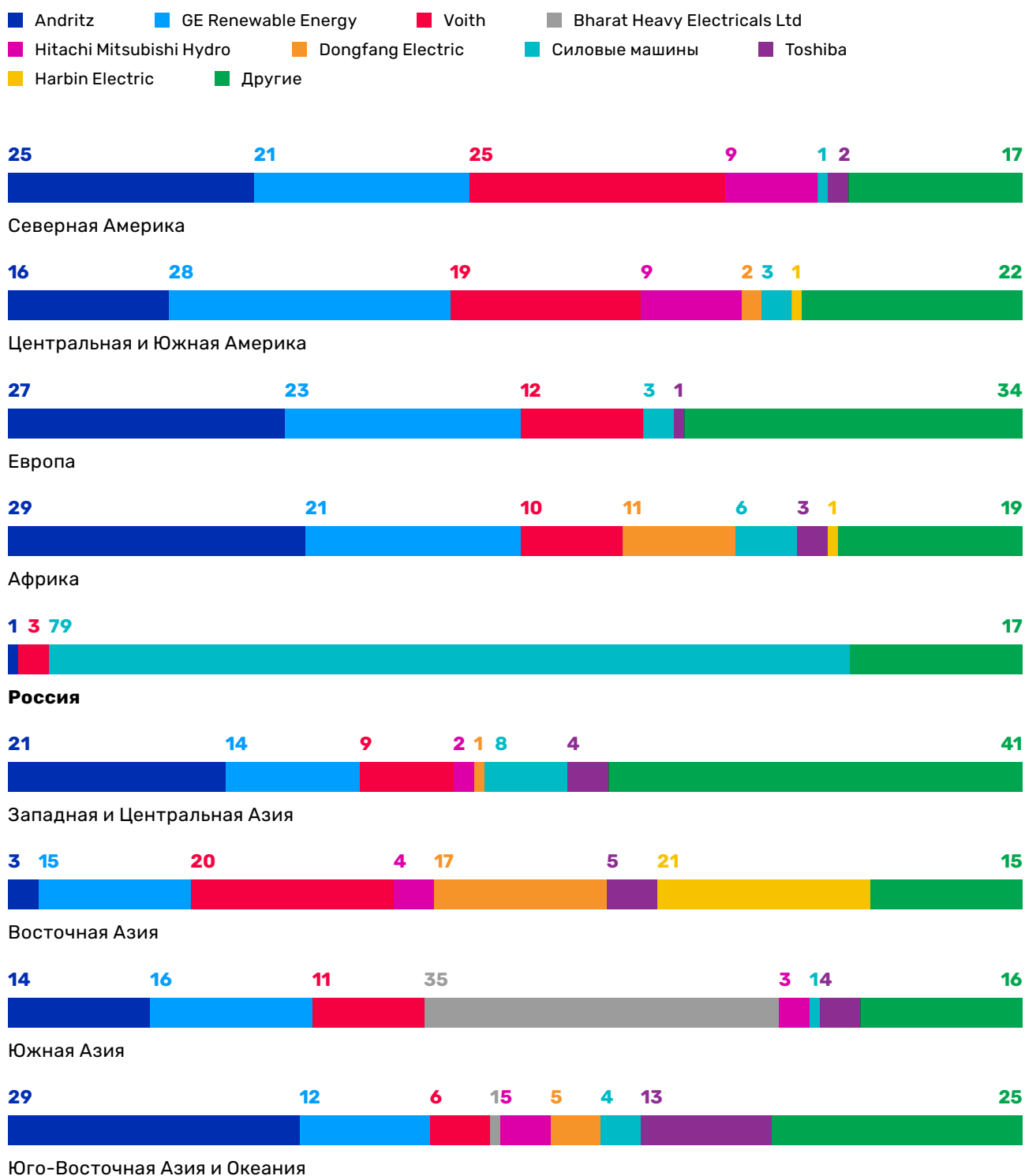


Примечание: на основе информации о 11335 генераторах общей мощностью 509 000 МВт, произведенных в мире с 2000 по 2021 гг.

В большинстве регионов мира большую долю рынка составляет оборудование компаний Voith, GE Renewable Energy и Andritz. Остальные компании имеют специализацию по региону присутствия. В России более 70 % оборудования для ГЭС поставляет компания «Силовые машины»; компании Harbin Electric и Dongfang Electric являются основными поставщиками в Восточной Азии, Bharat Heavy Electricals – в Южной Азии.

Основные поставщики гидроэнергетических турбин в мире, по регионам, %

HYDROPOWER INDUSTRY SUPPLY CHAIN DEEP DIVE ASSESSMENT, US Department of energy, GlobalData



Примечание: на основе информации о 11335 генераторах общей мощностью 509 000 МВт, произведенных в мире с 2000 по 2021 гг.

В течение последних 20 лет суммарная доля крупнейших трех компаний в производстве турбин не менялась и составляла примерно 50%. Однако значительно выросла доля турбин, произведенных китайскими компаниями Harbin Electric и Dongfang Electric, которая увеличилась с 13% до 22%. Это обусловлено активным строительством ГЭС в Китае на протяжении этого периода.

Основные производители генераторов

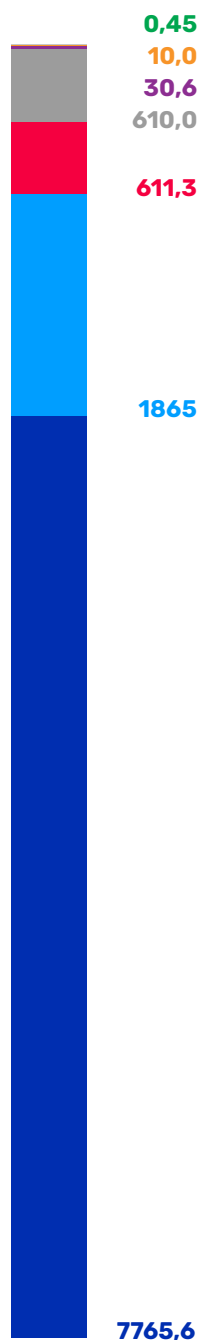
Большинство компаний, выпускающих турбины, также производят генераторы. На рынке генераторов почти половина производственной мощности приходится на три компании: GE Renewable Energy, Voith, Andritz. Еще шесть производителей из топ 9 производителей турбин занимают значительную долю рынка генераторов, в том числе компании ABB (Швейцария) и НПО «ЭЛСИБ» (Россия).

Доли компаний по мощности производимого оборудования на рынке генераторов менее постоянны, чем на рынке турбин, так как оценивается количество блоков в зависимости от установленной мощности. Поэтому в предложенный рейтинг компаний не вошли производители генераторов менее 10 МВА (топ 9 производителей составляют ~25% рынка генераторов мощностью менее 10 МВА, остальные компании вошли в раздел «другие»).

Основные поставщики гидроэнергетических турбин в России, МВт

ЦСР на основе данных Ассоциации «Гидроэнергетика России»

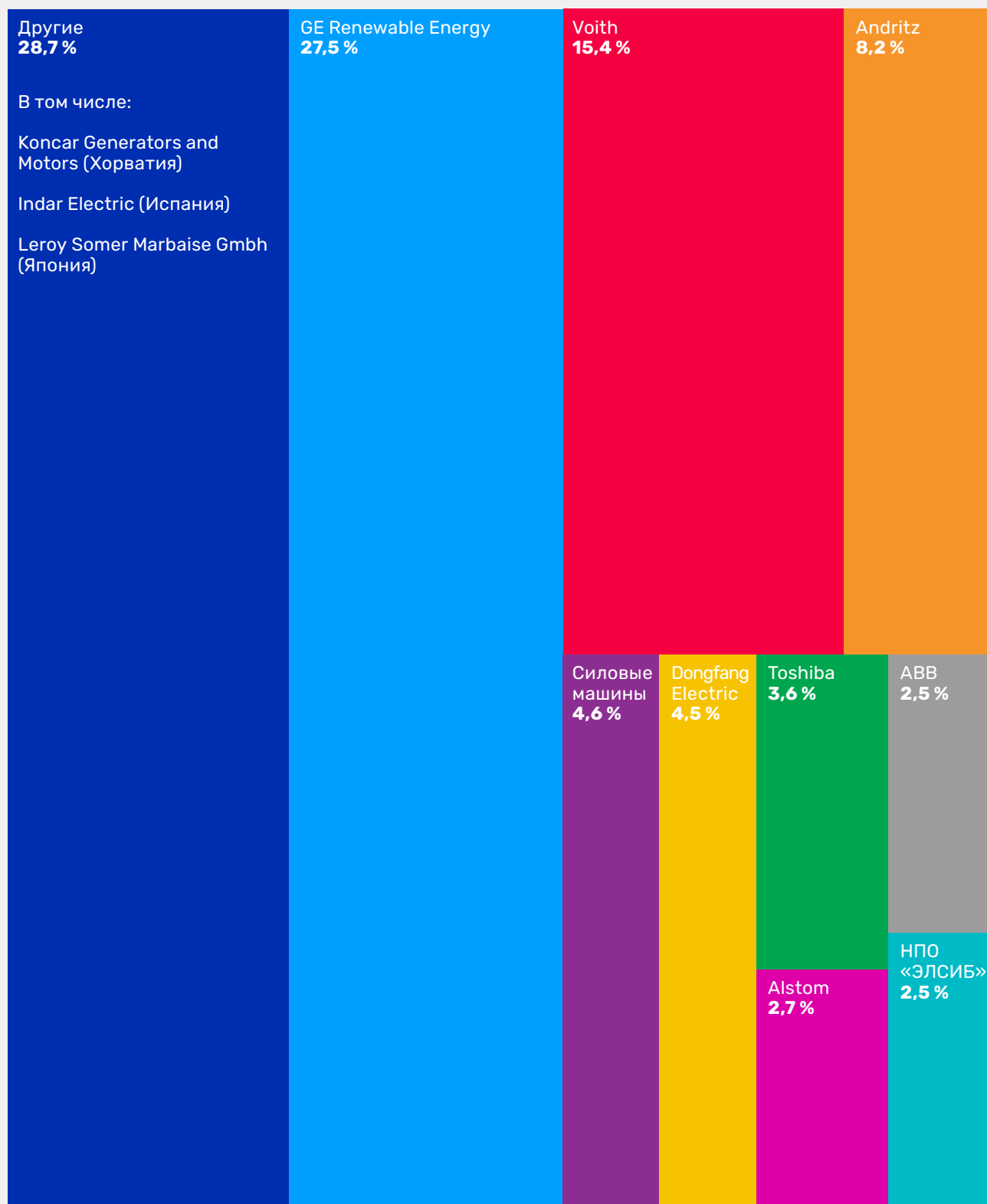
■ Силовые Машины ■ Voith ■ Тяжмаш
■ Турбоатом
■ Zhejiang Fuchunjiang Hydropower Equipment Co.
■ KÖssler Gmbh & Co KG ■ Мари-Э



Примечание: на основе информации о 41 турбинах общей мощностью 10 893 МВт, поставленных для российских гидроэлектростанций с 2010 по 2022 гг.

Доля производителей генераторов на мировом рынке по мощности произведенного оборудования

HYDROPOWER INDUSTRY SUPPLY CHAIN DEEP DIVE ASSESSMENT, US Department of energy, GlobalData



Примечание: включает информацию о 18302 генераторах общей мощностью 972 ГВт, произведенных в мире (примерно 72 % мировой мощности ГЭС).

Гидроэнергетика России: роль и потенциал

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Гидроэнергетика обеспечивает почти 19 % выработки электроэнергии в России. В период с 2010 по 2021 гг. выработка на ГЭС росла за счет увеличения КИУМ и ввода мощностей, что обеспечило существенное увеличение объема производства (+28 %).
- Гидроэнергетический потенциал распределен по территории страны неравномерно — его основные объемы сосредоточены в Сибири и Поволжье. Одной из приоритетных территорий для развития отрасли может стать Дальний Восток.
- Пока стратегические документы предполагают некоторое снижение темпов роста отрасли в период до 2035 г. — в них отсутствуют крупные проекты строительства новых ГЭС, которые в текущих условиях имеют низкую конкурентоспособность по сравнению с другими видами генерации. Однако в рамках реализации низкоуглеродного развития экономики гидроэнергетика получает дополнительный импульс, который должен быть поддержан соответствующими нормативными изменениями.
- Российские производители гидроэнергетического оборудования обеспечивают внутренние потребности и поставляют продукцию на экспорт, в основном в развивающиеся страны Азии и Латинской Америки.

Текущее положение

- Мощности гидрогенерации в России выросли за 2010–2021 гг. на 10,5 % и составили более 52 ГВт. При этом прирост выработки электроэнергии на ГЭС в России за этот период почти в 3 раза превысил прирост мощностей.

Мощности гидроэнергетики

На 2022 г. на территории России функционируют около 200 гидроэлектростанций (с мощностью не ниже 1 МВт), в том числе: 14 ГЭС мощностью выше 1 ГВт, а также 2 гидроаккумулирующие электростанции (Загорская ГАЭС и ГАЭС каскада Кубанских ГЭС) и Зеленчукская ГЭС-ГАЭС. Самыми мощными гидроэлектростанциями страны являются: Саяно-Шушенская ГЭС (6,4 ГВт), Красноярская ГЭС (6 ГВт) и Братская ГЭС (4,5 ГВт).

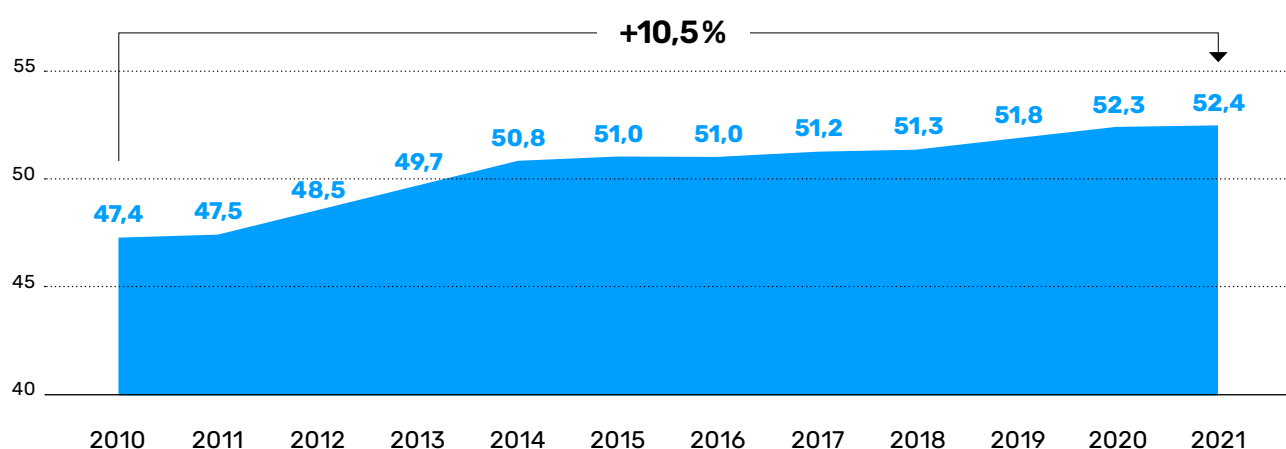
Суммарная мощность обратимых гидроагрегатов ГАЭС в турбинном режиме — 1356 МВт, в насосном — 1491 МВт. При этом Загорская ГАЭС и Зеленчукская ГЭС-ГАЭС работают для выравнивания суточных изменений графика нагрузок, а Кубанская ГАЭС — в режиме сезонного регулирования (в летний паводковый период — только в турбинном режиме).

Мощности гидроэнергетики в России выросли за 2010–2021 гг. на 10,5 % (5,1 ГВт) и составили к концу периода 52,4 ГВт. За счет строительства новых мощностей прирост составил 4,4 ГВт, из них только 0,7 ГВт было реализовано с использованием механизма гарантированного возврата инвестиций (ДПМ) — Головная ГЭС и ГЭС-1 Зарамагских ГЭС, Кашхатау ГЭС, Гочатлинская ГЭС, Зеленчукская ГЭС-ГАЭС. Для сравнения: в тепловой генерации с использованием механизма ДПМ было построено 22,7 ГВт новых объектов теплоэнергетики.

На территории России мощности ГЭС распределены крайне неравномерно — более 50 % приходится на Сибирский ФО (из них 19 % — на Красноярский край и 17 % — на Иркутскую область).

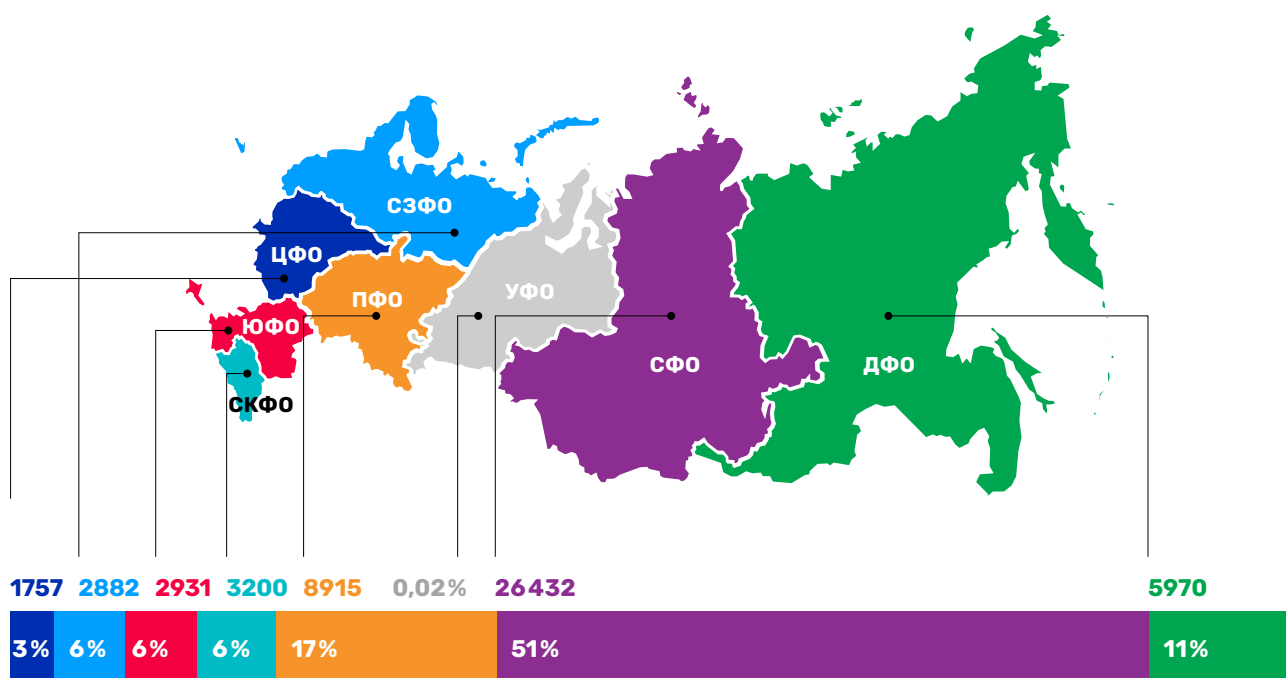
Динамика мощностей ГЭС и ГАЭС в России в 2010–2021 гг., ГВт

Росстат



Распределение мощностей ГЭС и ГАЭС по России, 2021 г., МВт

Росстат



Динамика выработки электроэнергии ГЭС

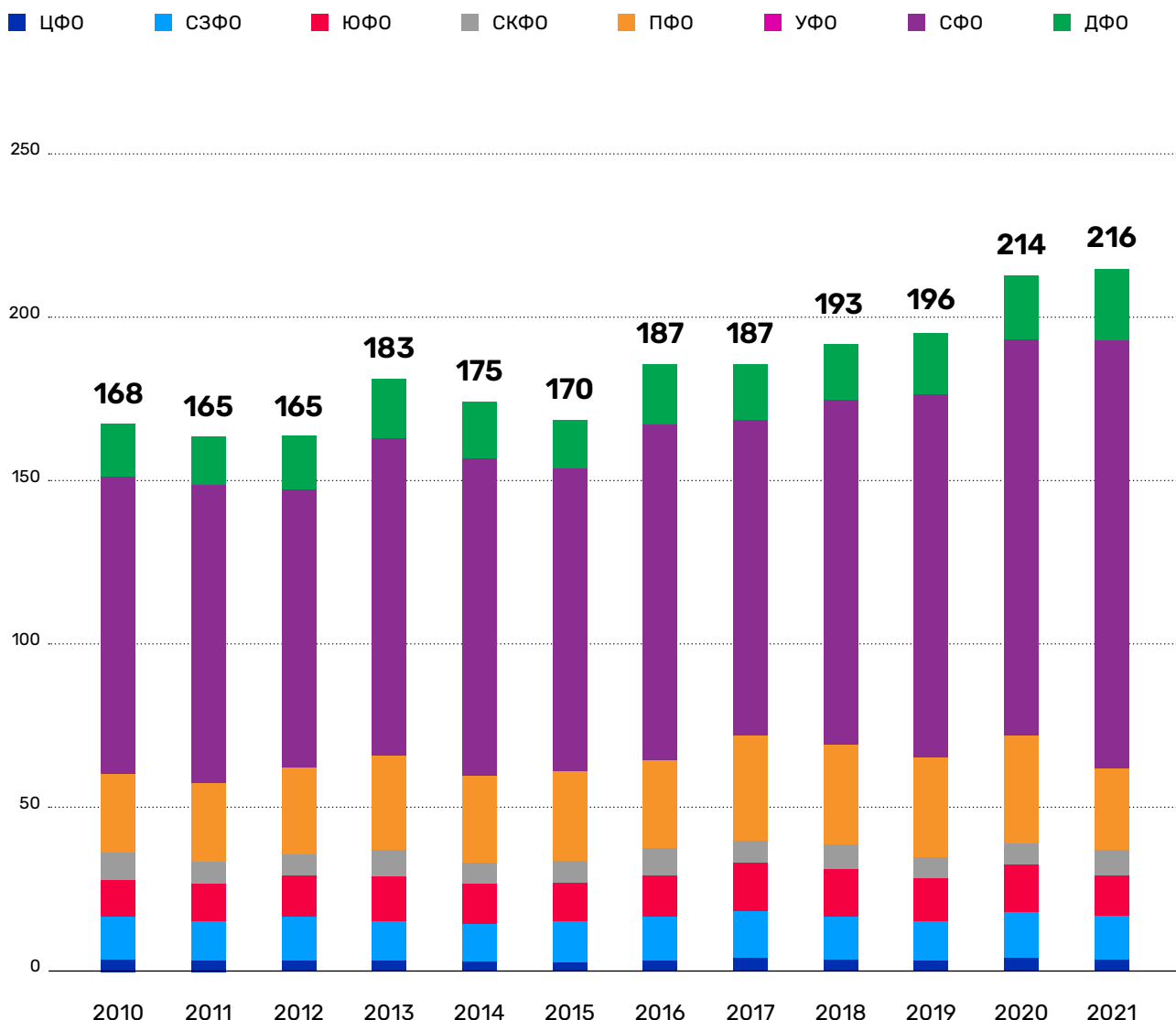
Всего в 2021 г. на объектах гидрогенерации было выработано 216,1 млрд кВт·ч электроэнергии. При этом российские ГАЭС (по Зеленчукской ГЭС-ГАЭС – только на обратимых гидроагрегатах) выработали 2,0 млрд кВт·ч электроэнергии, а на их заряд ушло 2,7 млрд кВт·ч. Почти вся выработка гидроэнергии ведется на ГЭС и ГАЭС общего назначения. Вклад остальных станций (блок-станций ГЭС и изолированных ГЭС) – лишь 0,07%.

Выработка электроэнергии ГЭС растет темпами более значительными, чем увеличение мощностей гидрогенерации: в период 2010–2021 гг. прирост выработки составил 28,4%, причем основное увеличение производства электроэнергии зафиксировано в Сибирском ФО, где этот прирост превысил 44%.

Таким образом, основной рост выработки электроэнергии на ГЭС связан не с ростом мощностей, а с увеличением КИУМ (в 2021 г. он превысил 47%), прежде всего благодаря повышению эффективности регулирования режимов работы ГЭС.

Динамика выработки ГЭС в России в 2010–2021 гг., млрд кВт·ч

Росстат



ГЭС как ВИЭ

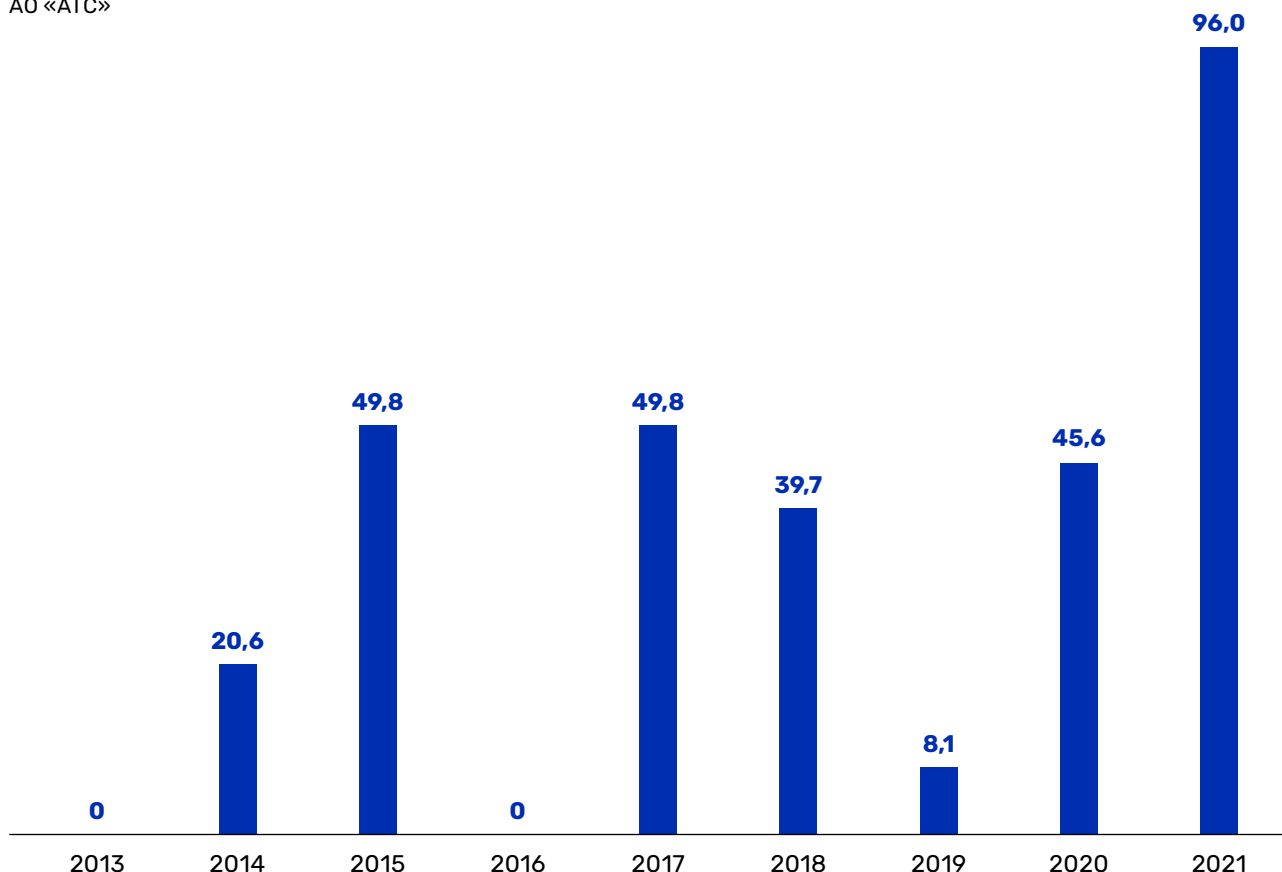
С 2021 г. в России к объектам возобновляемой энергетики, которые могут претендовать на государственную поддержку по механизму ДПМ, относят ГЭС мощностью менее 50 МВт (ранее было — до 25 МВт).

Всего за время функционирования данной меры поддержки с 2013 г. на конкурсных процедурах было отобрано 17 проектов ГЭС суммарной плановой установленной мощностью 310 МВт. Большая часть средств, предусмотренных для малых ГЭС государственной программой поддержки ВИЭ на период 2013-2024 год, была перераспределена на реализацию проектов СЭС и ВЭС. Это было обусловлено условиями, которые отталкивали потенциальных инвесторов, т.к. не позволяли построить и окупить гидроэлектростанцию в сроки, предусмотренные условиями программы. Ассоциация «Гидроэнергетика России» совместно с ведущими компаниями инициировала внесение изменений в условия программы ДПМ ВИЭ на период 2024-2035 гг. (верхний предел установленной мощности малой ГЭС, сроки реализации проектов, требования к локализации и экспорту оборудования и др.), что повысило ее привлекательность.

В Реестр квалифицированных генерирующих объектов, функционирующих на основе использования ВИЭ, включены 12 малых ГЭС и одна крупная Цимлянская ГЭС. Сейчас квалификация объектов позволяет использовать такой механизм поддержки как продажа электрической энергии объектами ВИЭ в целях компенсации потерь сетевых организаций. Развитие системы «зеленых сертификатов» в России увеличит спрос на квалификацию ВИЭ-генерации, в результате чего можно ожидать, что в Реестр будет включено значительно большее число объектов гидрогенерации.

Итоги конкурсного отбора проектов малых ГЭС по ДПМ ВИЭ, МВт

АО «АТС»



ГЭС, включенные в Реестр квалифицированных объектов ВИЭ

НП «Совет рынка»

Наименование ГЭС	Мощность, МВт
МГЭС «Ляскеля»	4,8
МГЭС «Рюмякоски»	0,63
Новокарачаевская МГЭС	1,2
МГЭС «Каллиоокоски»	0,975
Мечетлинская микроГЭС	0,445
МГЭС «Кокадой»	1,3
МГЭС «Лыковская»	1,22
Учкуланская МГЭС	1,0
Верхнебалкарская МГЭС	10,0
Фаснальская МГЭС	1,6
МГЭС Усть-Джегутинская (1 этап строительства)	5,6
Барсучковская МГЭС	5,25
Цимлянская ГЭС	211,5

Значение гидроэнергетики в энергобалансе страны и объединенных энергосистем

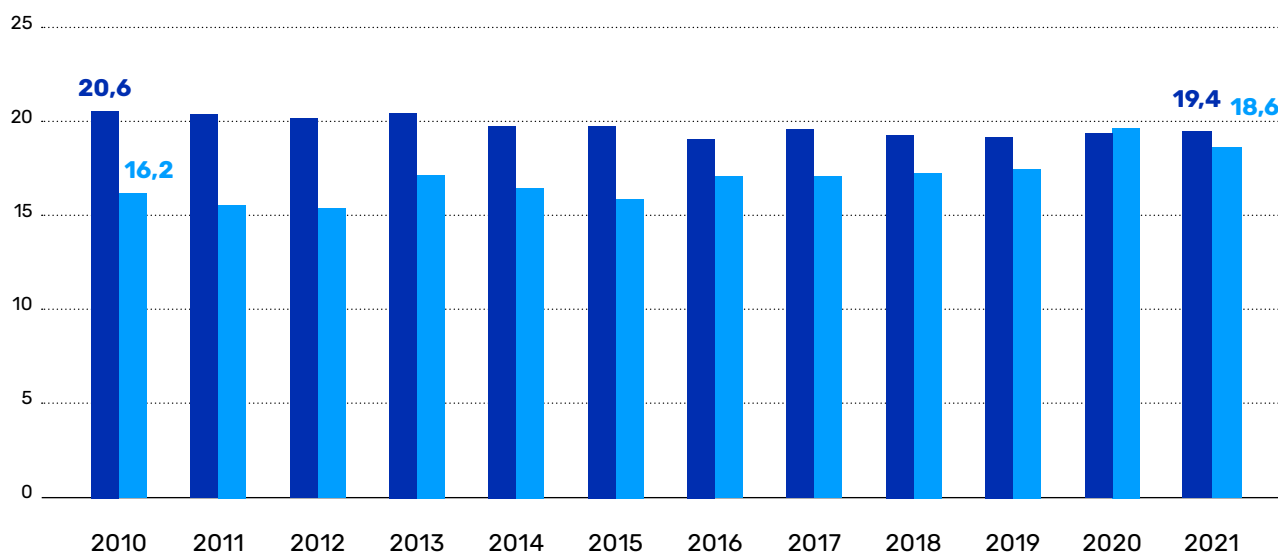
- Доля гидрогенерации в балансе электрической энергии России в 2021 г. составила почти 19 %, однако для энергосистем восточных регионов страны ее значение намного выше.

В балансе электрической энергии России доля ГЭС в период 2010–2021 гг. выросла с 16,2 % до 18,6 %, причем максимальное значение (19,7 %) было достигнуто в 2020 г. благодаря хорошим гидрологическим условиям и наполненности водохранилищ, а также снижению выработки энергии ТЭС во время локдаунов. При этом доля в мощности за тот же период несколько снизилась — с 20,6 % до 19,4 %.

Доля ГЭС в мощности и выработке электроэнергии в России в 2010–2021 гг., %

Росстат

■ Доля в мощности ■ Доля в выработке

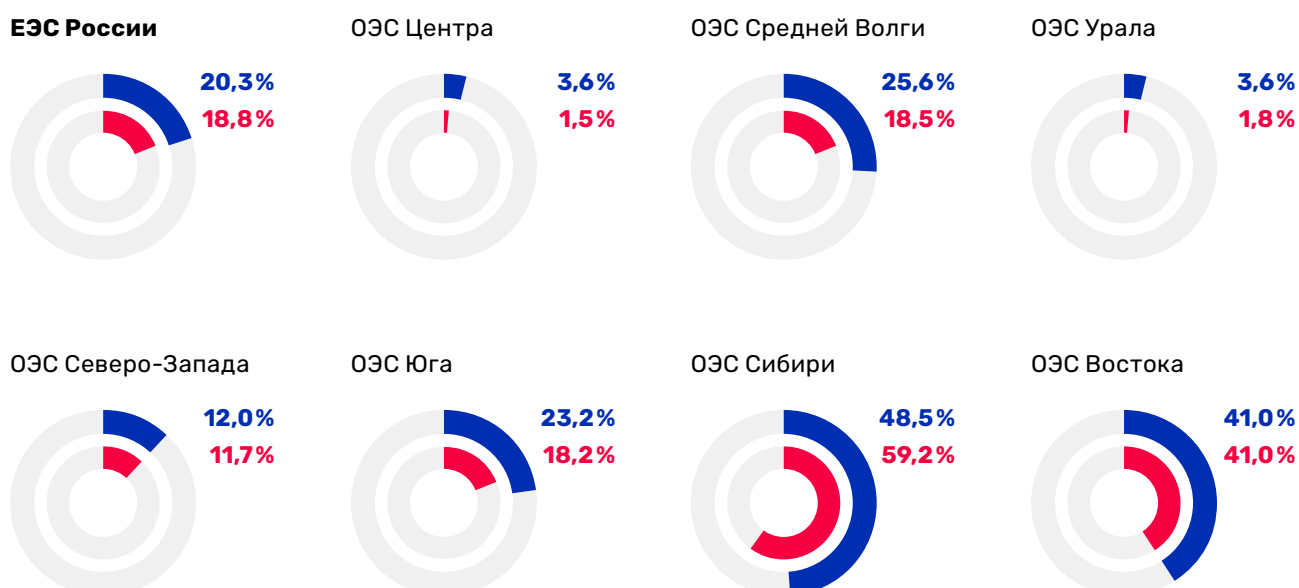


По объединенным энергосистемам ЕЭС России вклад гидроэнергетики неоднороден – от 1,5% в выработке в ОЭС Центра до 59,2% в ОЭС Сибири. При этом ряд энергосистем (ЭС) регионов избыточен в части гидроэнергии – она покрывает более 100% потребностей.

Доля ГЭС в выработке электроэнергии и мощности в ОЭС ЕЭС России, 2021 г.

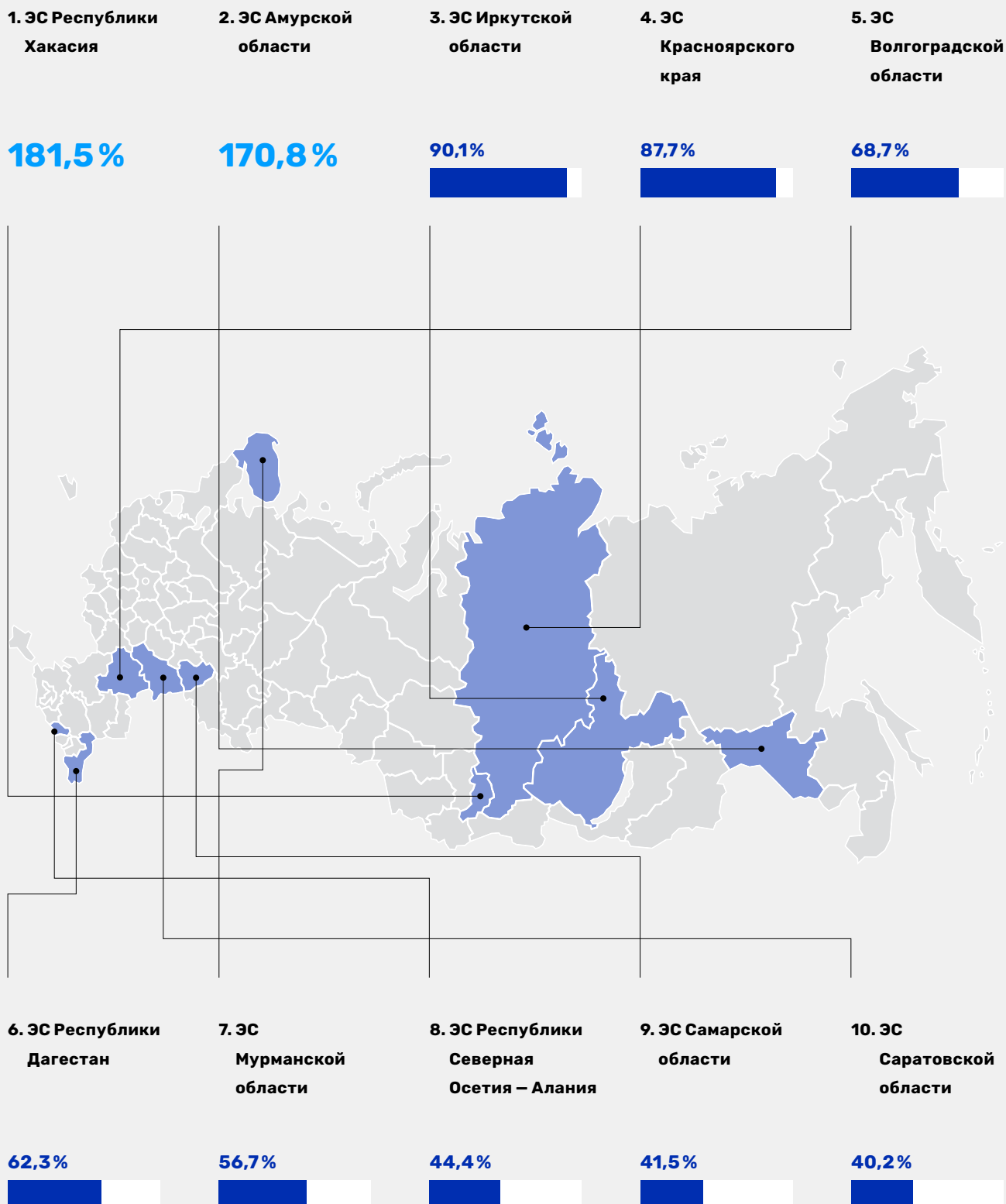
СО ЕЭС

■ Доля в мощности ■ Доля в выработке



Топ-10 ЭС регионов по покрытию потребностей в электроэнергии выработкой ГЭС*, 2021 г.

Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2022–2028 гг.



* Отношение выработки ГЭС к потреблению в энергосистеме региона.

Видение гидроэнергетики в будущем

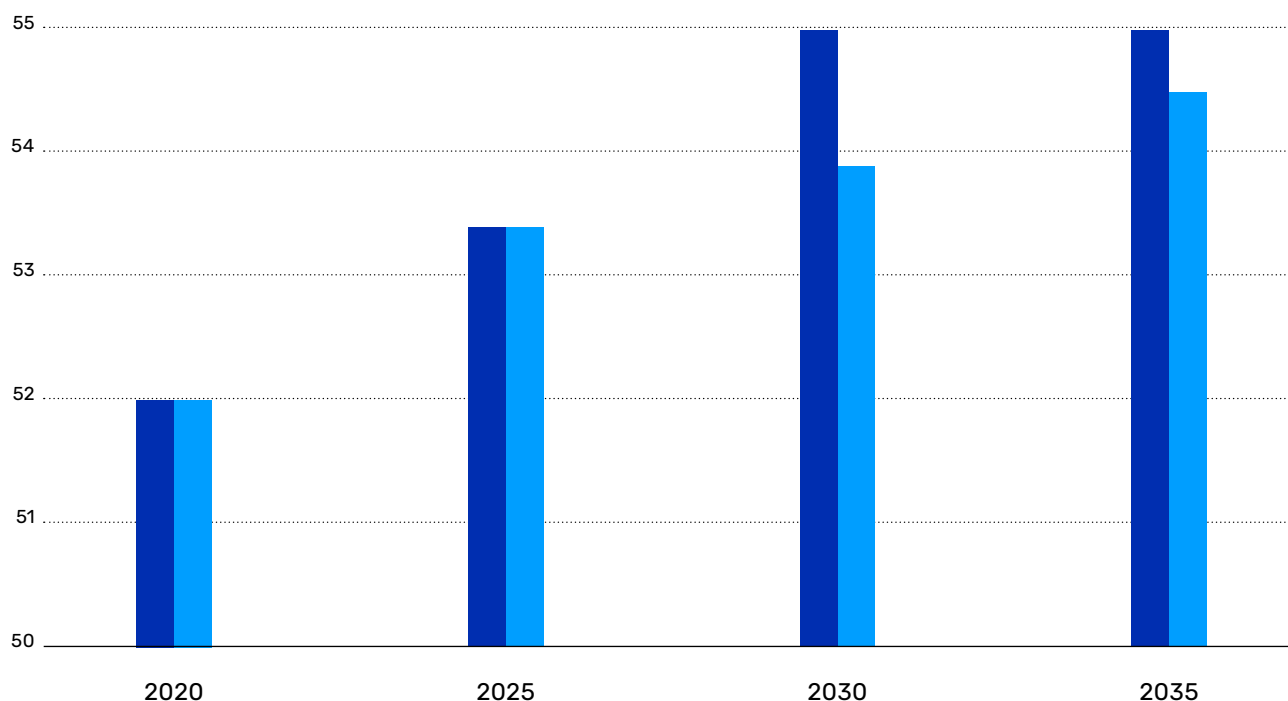
- В действующих документах стратегического планирования и планах компаний отрасли отсутствуют новые крупные перспективные проекты в сфере гидроэнергетики, большая часть инвестиций направлена на модернизацию и реконструкцию действующих объектов. Основная причина – низкая конкурентоспособность новых ГЭС и ГАЭС в рамках существующих механизмов функционирования и поддержки электроэнергетики. Пока отраслевые документы предполагают прирост мощностей в 2035 г. на 2,5–3,0 ГВт к уровню 2020 г. При этом для реализации стратегических целей низкоуглеродного развития к 2050 г. обсуждается необходимость ввода 22 ГВт мощностей для сохранения доли гидрогенерации на текущем уровне.

Основной действующий программный отраслевой документ²⁰ предполагает для гидроэнергетики небольшой рост: так, мощности к 2035 г. в централизованной зоне электроснабжения России вырастут до 54,5–55,0 ГВт (в зависимости от варианта).

Прогноз мощностей ГЭС и ГАЭС в централизованной зоне электроснабжения России до 2035 г., ГВт

Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 г.

■ Базовый вариант ■ Минимальный вариант



²⁰ Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 г. (утв. распоряжением Правительства РФ от 09.06.2017 № 1209-р (ред. от 25.11.2021)).

Инвестиционные планы крупнейших компаний отрасли пока также включают проекты по строительству и модернизации мощностей, приводящих к суммарному росту мощностей на сопоставимую величину. Вместе с тем основные проекты компаний сейчас сосредоточены на модернизации действующего оборудования (преимущественно замена гидроагрегатов и рабочих колес), а не на новом строительстве.

Планы компаний по строительству, реконструкции и модернизации ГЭС и ГАЭС в 2022–2035 гг.

Ассоциация «Гидроэнергетика России»

■ Модернизация/реконструкция ■ Новое строительство ■ Достройка

ГЭС	Годы	Изменение мощности, МВт
ПАО «РусГидро»*  РусГидро		
Волжская ГЭС	2022 (завершено)	+63
	2025	+73,5
Воткинская ГЭС	2022 (завершено)	+15
	2023	+65
Нижегородская ГЭС	2025–2032	+49,5
Саратовская ГЭС	2023–2028	+72
Чиркейская ГЭС	2026–2028	+75
Рыбинская ГЭС	2022 (завершено)	+10
Угличская ГЭС	2024	+10
Чирюртская ГЭС-1	2027–2028	+8
Сенгилеевская ГЭС	2025	+3
Кубанская ГАЭС	2025	+3
Кубанская ГЭС-2	2030–2031	+8
Эзминская ГЭС	2023	+15
Дзауджикауская ГЭС	2027–2029	+1,6
Гизельдонская ГЭС	2029–2030	+3,6
Красногорская ГЭС	2022	+24,9
Правокубанская ГЭС	2022	+24,9
Башенная МГЭС	2024	+10
Черекская ГЭС	2024	+23,4

* Включая завершённые в 2022 г. проекты.

ГЭС	Годы	Изменение мощности, МВт
Верхнебаксанская ГЭС	2027	+23,2
Нихалойская ГЭС	2027	+23
Могохская ГЭС	2028	+49,8
Усть-Среднеканская ГЭС	2023	+142,5
Загорская ГАЭС-2	уточняется	+840/1000

МКПАО ЭН+ ГРУП (ЕвроСиБЭнерго)


Братская ГЭС	2022–2026	–
Красноярская ГЭС	2022–2029	–
Иркутская ГЭС	2023–2024	+49,4
Сегозерская МГЭС	2024	+8,1
Тельмамская ГЭС	2028	+450

ПАО «Интер РАО» (БГК)


Нижне-Суянская ГЭС	2034	+213
--------------------	------	------

ФГБУ «Канал имени Москвы»


Иваньковская ГЭС №191	2030	уточняется
Сходненская ГЭС №193	2029	уточняется
Карамышевская ГЭС №194	2030	уточняется
Перервинская ГЭС №195	2030	уточняется
Пироговская ГЭС №199	2029	уточняется
Новотверецкая ГЭС	2035	уточняется
Новоцинская ГЭС	2035	уточняется

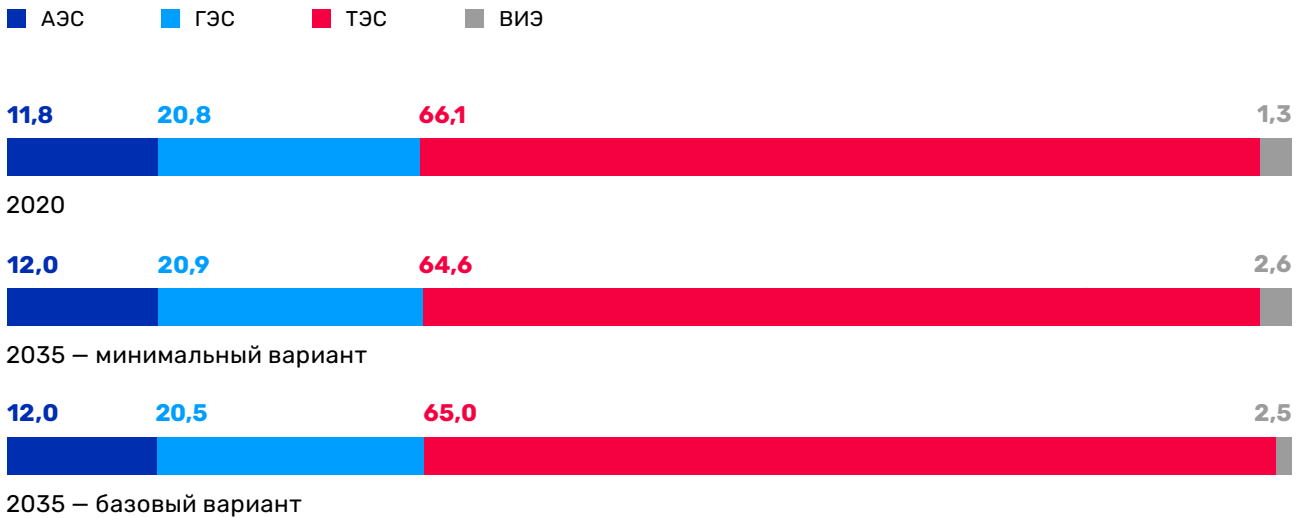
**ПАО «ГМК «Норильский никель»
(АО «НТЭК»)**


Курейская ГЭС	2025-2031	уточняется
---------------	-----------	------------

При этом выводы из эксплуатации генерирующих объектов или генерирующего оборудования ГЭС практически не планируются (за исключением двух малых ГЭС в Республике Дагестан суммарной мощностью 2 МВт).

Структура мощностей генерации в централизованной зоне электроснабжения России в 2020 и 2035 гг., %

Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 г.

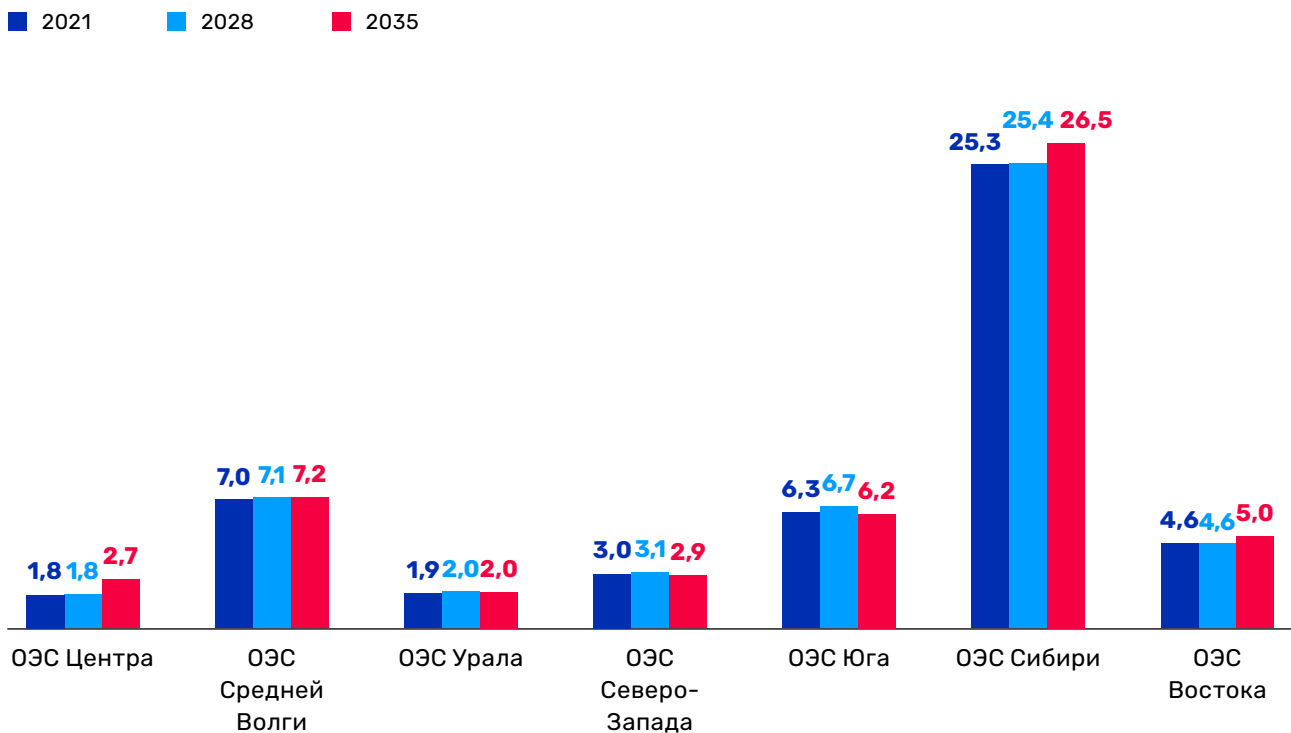


В период до 2035 г. в России в целом доля генерирующих мощностей ГЭС практически не изменится: с 20,8% в 2020 г. до 20,5–20,9% к концу прогнозного периода (в зависимости от варианта). При этом доля в выработке снизится с 17,6% до 14,8–15,3% за счет увеличения доли тепловой и ВИЭ-генерации.

Изменение мощностей гидрогенерации по ЭС ЕЭС России к 2035 г., ГВт

СО ЕЭС, Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2022–2028 гг.,

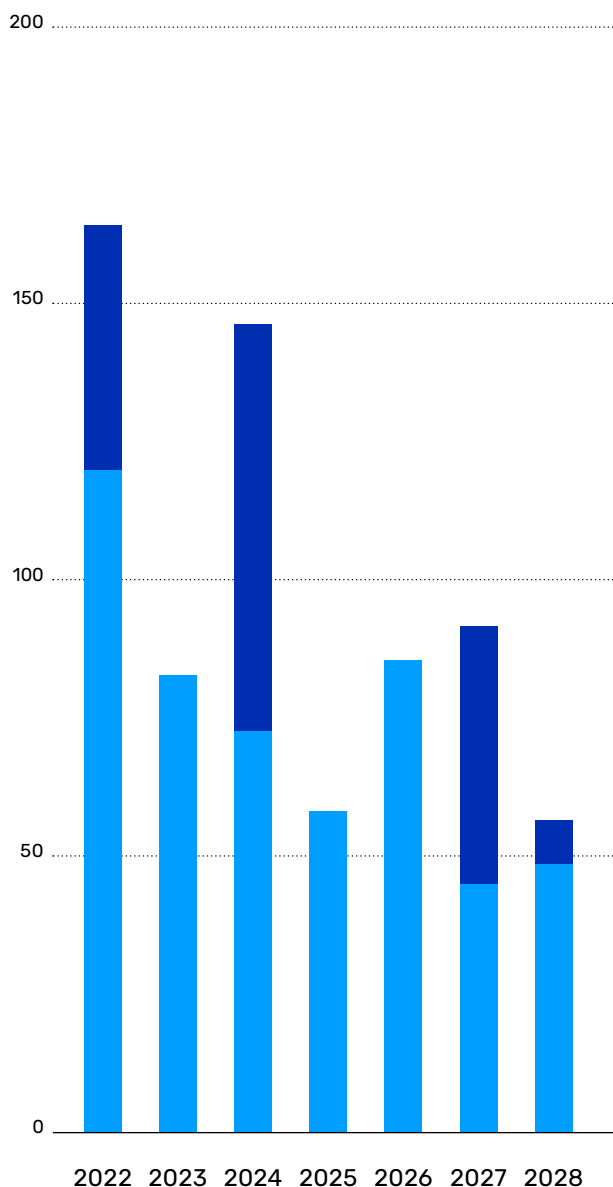
Генеральная схема размещения объектов электроэнергетики до 2035 г. (базовый вариант)



Изменение мощностей ГЭС в ЕЭС России в 2022–2028 гг., МВт

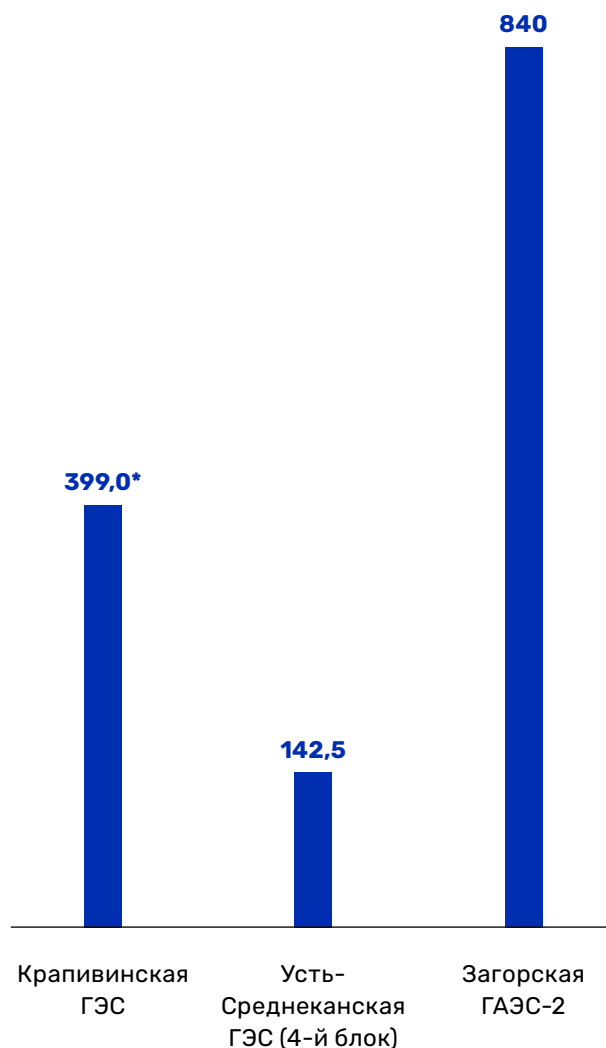
Схема и программа развития Единой энергетической системы России на 2022–2028 гг.

■ Ввод мощности
■ Изменение мощности за счет модернизации



ГЭС мощностью 100 МВт и выше, планируемые к размещению до 2030 г., МВт

Схема территориального планирования Российской Федерации в области энергетики



* ПАО «РусГидро» рассматривает проект с мощностью 345 МВт

Помимо утвержденных прогнозов, в соответствии с поручением Президента Российской Федерации В. Путина, рабочая группа Минэнерго России готовит более масштабный план-график строительства ГЭС и ГАЭС до 2040 г. Также в рамках актуализации Энергетической стратегии Российской Федерации предусматривается поэтапное увеличение низкоуглеродных и безуглеродных источников энергии в энергобалансе страны. В подготовленный рабочей группой приоритетный перечень включены 8 проектов нового строительства ГЭС (суммарной установленной мощностью 4,7 ГВт) и 6 проектов ГАЭС (мощностью 6,5 ГВт), пока не включенных в отраслевые документы стратегического планирования.

Перечень потенциальных объектов нового строительства

Ассоциация «Гидроэнергетика России»

Наименование объекта	Субъект РФ	Мощность, МВт
ГЭС		
Нижне-Зейская ГЭС	Амурская область	400
Нижне-Ниманская ГЭС	Хабаровский край	360
Селемджинская ГЭС	Амурская область	100
Мокская ГЭС + Ивановская ГЭС	Республика Бурятия	1200 + 210
Крапивинская ГЭС	Кемеровская область	345
Канкунская ГЭС	Республика Саха (Якутия)	1000
Тельмамская ГЭС	Иркутская область	450
Нижнебогучанская ГЭС	Красноярский край	660
Мотыгинская ГЭС	Красноярский край	922
Нижне-Суаянская ГЭС	Республика Башкортостан	209
Рындская ГЭС	Мурманская область	60
Понойская ГЭС	Мурманская область	60
Иокангская ГЭС	Мурманская область	450
ГАЭС		
Ленинградская ГАЭС	Ленинградская область	1170/1784
Центральная ГАЭС	Тверская область	2600/2730
Лабинская ГАЭС	Краснодарский край	600/660
Балаклавская ГАЭС	Республика Крым	330/400
Приморская ГАЭС	Приморский край	1000/1102
Загорская ГАЭС-2	Московская область	840/1000
Курская ГАЭС	Курская область	465/510

В рамках реализации Стратегии социально-экономического развития Российской Федерации с низким уровнем выбросов парниковых газов до 2050 г. обсуждается цель по сохранению доли ГЭС в структуре генерации электроэнергии на уровне 20 %. Это потребует, по предварительным оценкам, ввода в строй новых мощностей гидроэнергетики объемом 22 ГВт до 2050 г.

Инвестиции в отрасль

- В последние годы объем финансирования инвестпроектов в отрасли гидроэнергетики России стабилизировался на уровне 40–50 млрд руб. в год (здесь и далее с НДС). В кратко- и среднесрочной перспективе инвестиции в отрасль будут сокращаться в связи с отсутствием утвержденных планов строительства крупных ГЭС в стране.

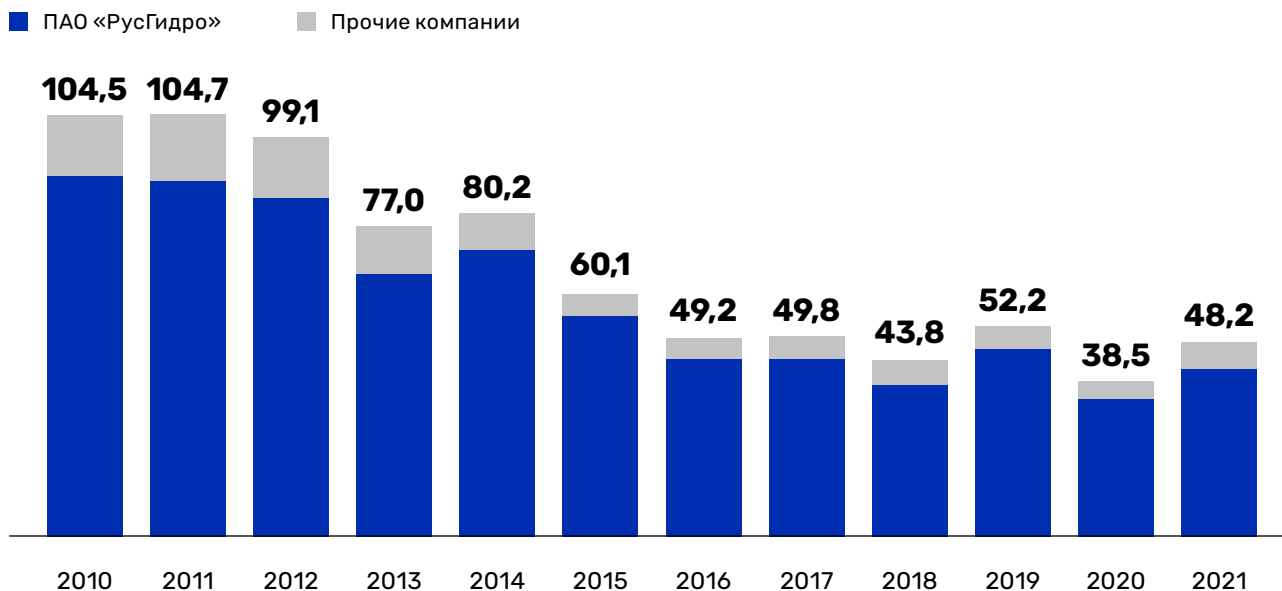
В период с 2010 по 2021 г. накопленный объем инвестиций в отрасль гидроэнергетики, по данным отчетов компаний, составил 807,3 млрд руб. При этом основной объем инвестиций пришелся на ПАО «РусГидро» – 700,5 млрд руб. Среднегодовой объем инвестиций за рассматриваемый период составил 67,3 млрд руб. После 2014 г. объем инвестиций сократился до 39–60 млрд руб. в год.

807,3 млрд руб.

совокупные инвестиции в отрасль гидроэнергетики России в 2010–2021 гг.

Финансирование инвестпроектов в гидроэнергетической отрасли в России в 2010–2021 гг. (с НДС), млрд руб.

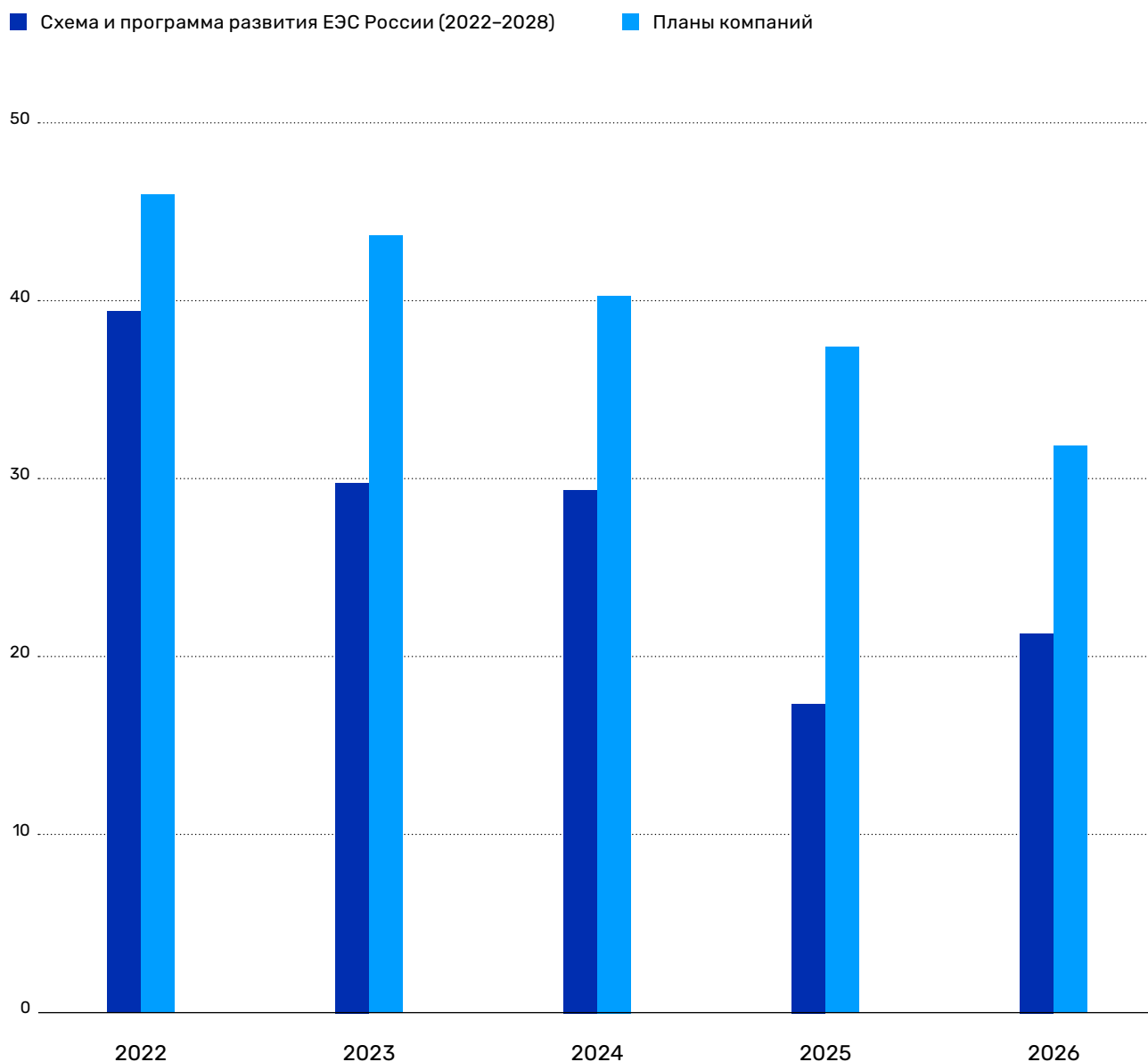
Данные компаний



По данным Схемы и программы развития ЕЭС России на 2022–2028 гг. (далее – СиПР), потребности в инвестиционных ресурсах в отрасли гидроэнергетики России по итогам 2022 г. составят около 40 млрд руб. В России, в отличие от общемировых тенденций инвестирования в строительство и реконструкцию ГЭС и ГАЭС, в последующие годы ожидается постепенное сокращение объема инвестиций с 30 млрд руб. в 2023 г. до 21 млрд руб. в 2026 г. При этом корпоративные инвестиционные программы предусматривают больший объем инвестиций (в среднем на 10–15 млрд руб. больше по сравнению с СиПР).

Прогноз потребности в инвестиционных ресурсах на развитие генерирующих мощностей гидроэнергетики России (ГЭС и ГАЭС) в 2022–2026 гг. (с НДС), млрд руб.

Схема и программа развития ЕЭС России на 2022–2028 гг.; данные Ассоциации «Гидроэнергетика России»



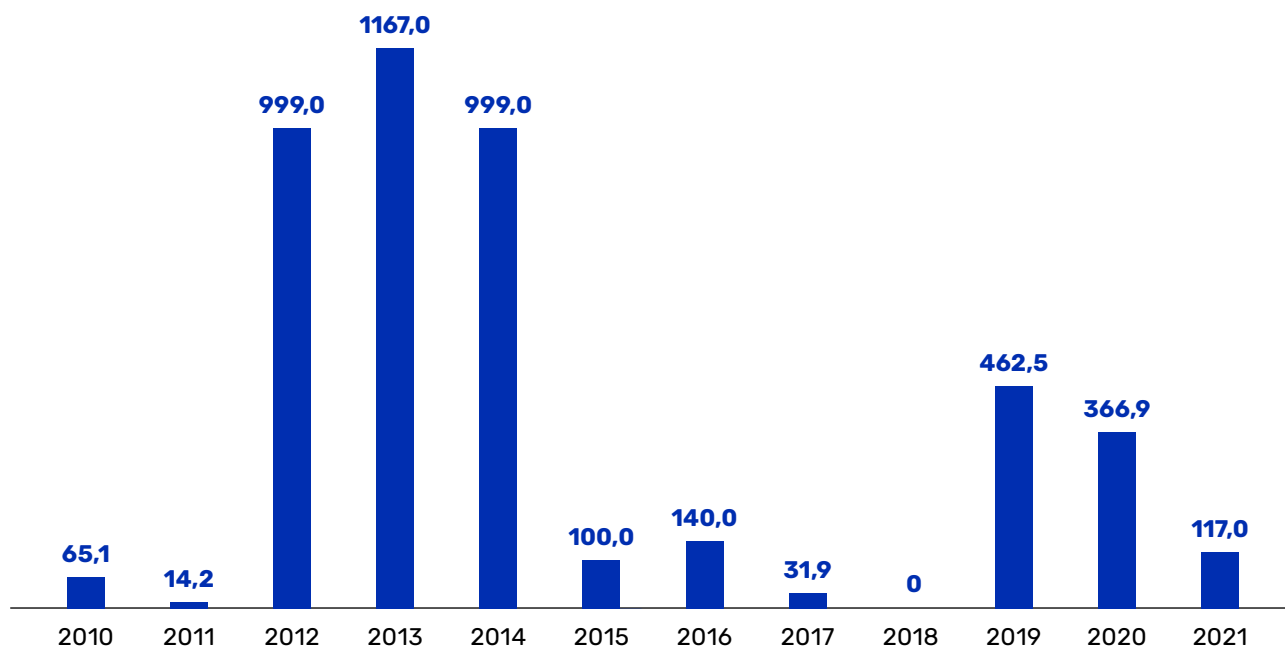
Новые вводы мощностей ГЭС и ГАЭС

- Основной прирост мощностей ГЭС в России в период с 2010 г. по 2020 г. обеспечил ввод в эксплуатацию Богучанской ГЭС, Усть-Среднеканской ГЭС и Зарамагской ГЭС-1, совокупная мощность которых составила 3770,5 МВт.

По данным Ассоциации «Гидроэнергетика России», в период с 2010 по 2021 г. в эксплуатацию в России было введено более 4400 МВт новых мощностей ГЭС и ГАЭС. Основной прирост новых мощностей пришелся на Богучанскую ГЭС (2997 МВт), Усть-Среднеканскую ГЭС (427,5 МВт) и Зарамагскую ГЭС-1 (346 МВт).

Новые вводы мощностей ГЭС (включая малые ГЭС) и ГАЭС в России в 2010–2021 гг., МВт

АО «СО ЕЭС», ПАО «РусГидро», Ассоциация «Гидроэнергетика России»



Топ-5 крупных ГЭС, введенных в эксплуатацию в России в 2010–2021 гг.

Ассоциация «Гидроэнергетика России»

ГЭС	Расположение	Год	Мощность
ПАО «РусГидро», АО «Русал»	 РусГидро	 РУСАЛ	
Богучанская ГЭС	Красноярский край	2012–2014	2997 МВт
ПАО «РусГидро»	 РусГидро		
Усть-Среднеканская ГЭС	Магаданская область	2013, 2019, 2021	427,5 МВт
Зарамагская ГЭС-1	Республика Северная Осетия – Алания	2020	346 МВт
Нижне-Бурейская ГЭС	Амурская область	2019	320 МВт
Зеленчукская ГЭС-ГАЭС	Карачаево-Черкесская Республика	2016	140 МВт (турбинный режим)
			156 МВт (насосный режим)

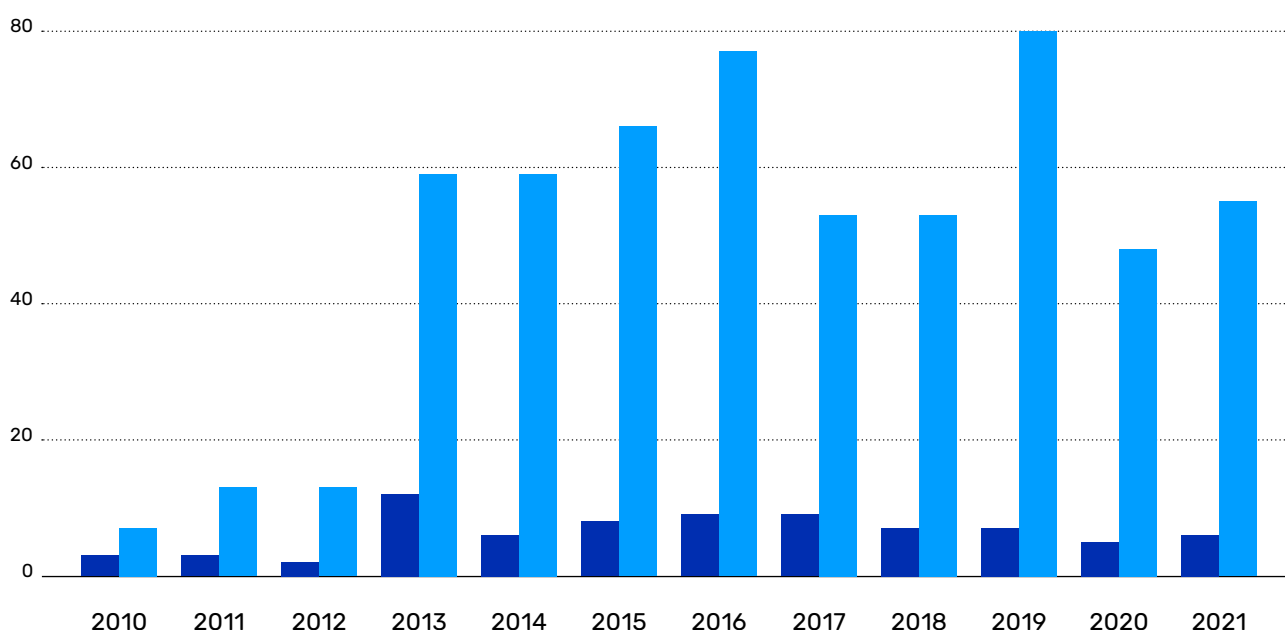
Модернизация ГЭС

В России в 2010-е гг. осуществлялась активная модернизация действующих ГЭС. В ряде случаев результатом модернизации являлось увеличение установленной мощности. Так, за 2010–2022 гг. модернизация ГЭС обеспечила суммарный прирост установленной мощности в 795 МВт. Наиболее активный ввод в строй модернизированных мощностей пришелся на период после 2013 г.

Модернизация гидроэнергетики в России в 2010–2021 гг.

Ассоциация «Гидроэнергетика России»

■ Количество гидроагрегатов, ед. ■ Прирост установленной мощности после модернизации, МВт



РусГидро

Реализует Программу комплексной модернизации гидрогенерирующих объектов, в рамках которой запланирована замена половины парка турбин, генераторов и трансформаторов ГЭС и ГАЭС компании. Программа ориентирована на комплексную модернизацию генерирующих объектов как единых технологических комплексов, с заменой или реконструкцией основного и вспомогательного оборудования, общестанционных систем, гидротехнических сооружений. За 10 лет действия Программы прирост установленной мощности гидроэлектростанций РусГидро составил 553 МВт, что можно сравнить с появлением в составе энергохолдинга еще одной большой ГЭС. За это время было заменено или модернизировано 131 гидротурбина, 116 генераторов, 86 силовых трансформаторов, а также более 10 тыс. единиц вспомогательного оборудования.



Реализует программу модернизации гидроэлектростанций «Новая энергия», которая направлена на модернизацию ГЭС Ангарского и Енисейского каскада. Программа предполагает масштабный ремонт и замену основного оборудования крупнейших сибирских ГЭС – Красноярской, Братской, Иркутской и Усть-Илимской. Программа включает модернизацию гидроагрегатов и замену рабочих колес. Повышение эффективности будет обеспечена улучшенными лопастями колес и использованием новых материалов, при этом коэффициент полезного действия увеличится до 8 %. Инвестиции в программу модернизации составят 21 млрд руб. на период до 2026 г.

В разрезе отдельных станций наибольший прирост мощности в результате модернизации (реконструкции) был отмечен на Жигулевской ГЭС (+168 МВт), Воткинской ГЭС (+80 МВт), Волжской ГЭС (+162 МВт), Усть-Хантайской ГЭС (+70 МВт), Иркутской ГЭС (+49,4 МВт), Саратовской ГЭС (+67 МВт), Рыбинской ГЭС (+40 МВт), Новосибирской ГЭС (+35 МВт).

Модернизация гидроэнергетики в России в 2010–2022 гг.

Ассоциация «Гидроэнергетика России»

ГЭС	Расположение	Компания- собственник	Год ввода после модерниза- ции	Мощность после модернизации / реконструкции, МВт	Прирост установленной мощности после модернизации, МВт
Иркутская ГЭС	Иркутская область		2021–2022	107,5 (711,8)	49,4
Братская ГЭС Замена рабочего колеса	Иркутская область		2010–2021	250 (4500)	–
Усть-Илимская ГЭС	Иркутская область		2016–2018	240 (3840)	–
Лесогорская ГЭС	Ленинградская область		2009–2013	118	24
Светогорская ГЭС	Ленинградская область		2009–2012	122	21,75 (29 с 2009 г.)
Иовская ГЭС	Мурманская область		2013–2014	96	–
Верхне-Туломская ГЭС	Мурманская область		2020–2022	292	24
Нижнекамская ГЭС	Республика Татарстан		2013, 2016	1205	–

ГЭС	Расположение	Компания- собственник	Год ввода после модерниза- ции	Мощность после модернизации / реконструкции, МВт	Прирост установленной мощности после модернизации, МВт
Жигулевская ГЭС	Самарская область	 РусГидро	2010–2018	2488	168
Волжская ГЭС	Волгоградская область		2010–2022	2734	162
Новосибирская ГЭС	Новосибирская область		2013–2019	490	35
Камская ГЭС	Пермский край		2010–2016	552	33
Саратовская ГЭС	Саратовская область		2013–2019	1427	67
Воткинская ГЭС	Пермский край		2018–2022	1100	80
Рыбинская ГЭС	Ярославская область		2014–2022	386,4	40
Угличская ГЭС	Ярославская область		2011	120	10
Нижегородская ГЭС	Нижегородская область		2019, 2021	530,5	10,5
Красноярская ГЭС	Красноярский край	 КРАСНОЯРСКАЯ ГЭС	2011–2022	500 (6000)	–
Озерская ГЭС	Калининградская область	 РОССЕТИ ЯНТАРЬ	2013	н/д	н/д
Правдинская ГЭС-3	Калининградская область		2013, 2022	н/д	н/д
Усть-Хантайская ГЭС	Красноярский край	 НОРИЛЬСКО-ТАЙМЫРСКАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КОМПАНИЯ	2015–2021	73 (511)	70

На реализацию гидроэнергетических проектов по модернизации, техническому перевооружению и реконструкции станций практически не выделялись средства государственной поддержки. Более 98% объектов гидроэнергетики были модернизированы за счет собственных и заемных средств компаний. В рамках программы ДПМ была осуществлена реконструкция только двух ГЭС – Лесогорской и Светогорской. Для сравнения в тепловой генерации с использованием механизма ДПМ было модернизировано 6,9 ГВт мощностей.

Производство гидроэнергетического оборудования в России

- Российские производители гидроэнергетического оборудования стабильно обеспечивают участников отрасли современным отечественным оборудованием, которое также поставляется на зарубежные рынки. Однако производство основного оборудования сокращается на фоне сокращения инвестиций в строительство новых и модернизацию старых ГЭС.

Крупнейшими производителями гидроэнергетического оборудования в России являются предприятия АО «УРАЛГИДРОМАШ», АО «Тяжмаш», ООО «Электротяжмаш-Привод», ПАО «Силовые Машины», НПО «ЭЛСИБ» ПАО и ООО «Русэлпром».

Всего указанными предприятиями за период их работы выпущено более 3540 гидротурбин, 850 гидрогенераторов и 60 000 единиц прочего гидроэнергетического оборудования.

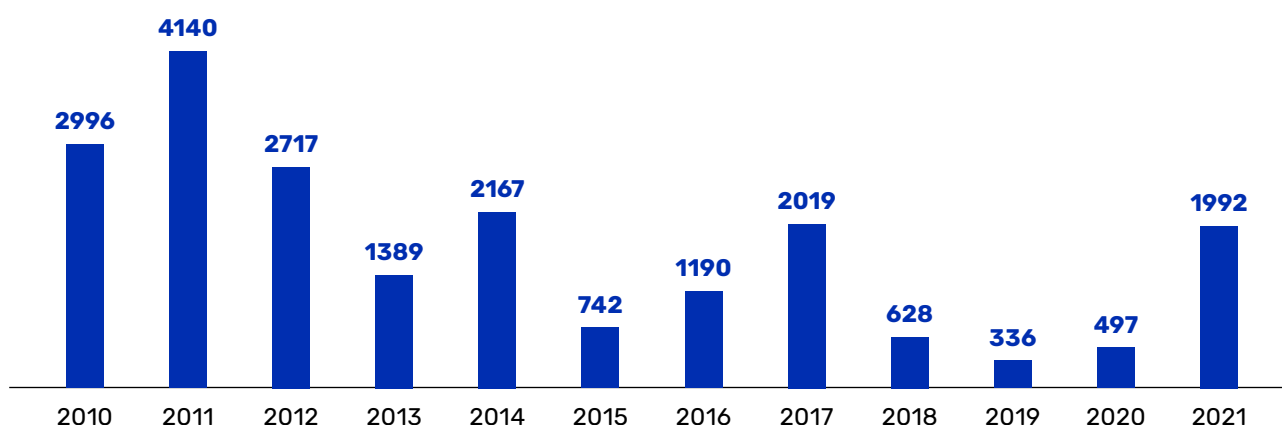


Поставка оборудования осуществляется как на внутренний рынок, так и за рубеж (страны СНГ, Латинской Америки и др.).

Совокупная мощность произведенных в России в период с 2010 г. по 2021 г. гидротурбин и водяных колес превысила 20,8 ГВт. Однако производство гидроэнергетического оборудования сокращается на фоне сокращения инвестиций в отрасль.

Производство турбин гидравлических и рабочих колес в России, 2010–2021 гг., МВт

Росстат



Российские отраслевые компании за рубежом: реализованные проекты

- Российские отраслевые компании принимают активное участие в реализации зарубежных проектов в сфере гидроэнергетики как в роли операторов, так и в роли подрядчиков-проектировщиков. География поставок российского оборудования и предоставления услуг российских компаний в основном представлена странами Центральной и Восточной Азии, а также Латинской Америки.

В период с 2010 г. по 2020 г. российская компания ПАО «Интер РАО» приняла участие в реализации гидроэнергетических проектов в Афганистане (ГЭС Наглу) и Эквадоре (ГЭС Сарапуйо и ГЭС Айурикин).

На международном рынке услуг по проектированию ГЭС Россия представлена главным образом АО «Институт Гидропроект» (Группа РусГидро), которое участвовало в реализации проектов в Киргизии, Вьетнаме, Таджикистане, а также Лаосе. АО «Институт Гидропроект» планирует также продолжить работать во Вьетнаме (модернизация ГЭС Хоабинь), Киргизии (строительство ГЭС Куланак) и Таджикистане (модернизация Рогунской ГЭС и Сангтудинской ГЭС-1). Планируется также участие в реализации проектов в Узбекистане (строительство Муллалакской ГЭС и Пскемской ГЭС).

Реализованные проекты строительства и (или) модернизации (реконструкции) ГЭС (включая малые ГЭС) и ГАЭС российскими компаниями за рубежом (в части проектирования)

Ассоциация «Гидроэнергетика России»

■ Проектирование (реконструкция) ■ Проектирование (новое строительство)

Компания	Проект	Страна	Год	Мощность
 РусГидро Институт Гидропроект	ГЭС Лай Чау	 Вьетнам	2010–2016	1200 МВт
	ГЭС Шон Ла	 Вьетнам	2004–2012	2400 МВт
	Камбаратинская ГЭС-2	 Киргизия	1980–2010	120 МВт
	ГЭС Секаман-3	 Лаос	2014–2022	250 МВт
	Рогунская ГЭС	 Таджикистан	1976–2019	230 МВт (проектная 3600 МВт)

Российские энергомашиностроительные компании осуществляют поставку гидроэнергетического оборудования (гидроагрегаты, генераторы, турбины, затворы и прочее) в зарубежные страны (свыше 20 стран в Латинской Америке, Европе, Центральной и Юго-Восточной Азии). Оборудование поставляется как для реализации крупных проектов (ГЭС мощностью 15 МВт и более), так и для строительства малых и микро-ГЭС (Афганистан, Суринам, Армения, Куба и другие).

Поставка гидроэнергетического оборудования российскими компаниями в зарубежные страны (ГЭС мощностью 15 МВт и более)

Российское энергетическое агентство, АО «Силовые машины», АО «Тяжмаш»

Компания	Проект	Страна	Тип оборудования	Год
	ГЭС Меголо	 Италия	Гидрогенераторы	2010
	Комплекс ГЭС «Тоачи Пилатон»	 Эквадор	Радиально-осевые гидротурбины, гидрогенераторы, гидроагрегаты и др.	2010–н.в.
	ГЭС Чапарраль	 Сальвадор	Гидротурбины, гидрогенераторы и др.	2016–2017
	ГЭС Айурикин	 Эквадор	Генераторы вертикального исполнения	2015
	ГЭС Байтун	 Панама	Генераторы вертикального исполнения	2011
	ГЭС Рукатайо	 Чили	Генераторы вертикального исполнения	2011
	ГЭС Сао Джоао	 Бразилия	Гидрогенераторы	2011
	ГЭС Джердап I	 Сербия	Гидрогенераторы, гидравлические турбины	2011, 2013–2014, 2017–2018
	ГЭС Ла Мина	 Чили	Гидрогенераторы	2016
	ГЭС Ла Иеска	 Мексика	Гидрогенераторы	2011
	Чарвакская ГЭС	 Узбекистан	Гидравлические турбины, гидрогенераторы	2012–2014

Компания	Проект	Страна	Тип оборудования	Год
	ГЭС Фархандская	 Узбекистан	Гидравлические турбины, гидрогенераторы	2019–2020
	ГЭС Пунта-Негра	 Аргентина	Гидравлические турбины, гидрогенераторы	2013, 2014
	Усть-Каменогорская ГЭС	 Казахстан	Гидравлические турбины	2014
	ГЭС Кыгы	 Турция	Гидрогенераторы, гидравлические турбины	2014–2015
	ГЭС Кегум	 Латвия	Гидравлические турбины, гидрогенераторы	2015–2016
	Плявиньская ГЭС	 Латвия	Гидрогенераторы, гидравлические турбины	2015–2016
	ГЭС Нуоя	 Финляндия	Гидрогенераторы, гидравлические турбины	2015–2016
	ГЭС Тайнионкоски	 Финляндия	Гидрогенераторы	2016–2017
	ГЭС Храм II	 Грузия	Гидрогенераторы	2019

Обзор введенных законодательных, нормативно-правовых актов и нормативно-технических документов, непосредственно касающихся гидроэнергетической отрасли

- В 2021–2022 гг. были внесены изменения в нормативную правовую базу, которые уточнили механизмы поддержки ВИЭ-генерации (к которым относятся малые ГЭС) на территории России, также расширяя их на период до 2035 г. Кроме того, принят ряд актов, необходимых для запуска в России рынка углеродных единиц в результате реализации климатических проектов, к которым относят и малые ГЭС как объекты ВИЭ. Вместе с тем принятые в 2022 г. антикризисные меры, хотя и вызваны объективными факторами и направлены на снижение финансовой нагрузки бизнеса, несколько сдерживают реализацию планов по развитию гидроэнергетики в стране.

Поддержка малых ГЭС как ВИЭ

ЦСР

Постановление Правительства Российской Федерации от 05.03.2021 № 328	Утверждены правила новой программы поддержки отрасли ВИЭ на период 2025–2035 гг. (так называемый механизм «ДПМ ВИЭ 2.0»), в т.ч.: • для малых ГЭС увеличен в 2 раза порог признания объектом ВИЭ (до 50 МВт мощности); • конкурсные отборы теперь будут проходить по одноставочной цене (показатель эффективности), которая фиксируется на 15 лет, а капитальные затраты не будут являться параметром для сравнения эффективности инвестиционных проектов; • оплата мощности теперь напрямую зависит от объема выработки, а нештрафуемый коридор в размере 25% упразднен; • вводятся штрафы за невыполнение целевого показателя по экспорту. Для малых ГЭС штраф в 2025–2030 гг. составит 2% от гарантированного платежа, в 2031–2035 гг. вырастет до 5%; • увеличивается штраф за невыполнение требований по степени локализации оборудования, в том числе для малых ГЭС до 75%.	 Повышает инвестиционную привлекательность строительства малых ГЭС в 2025–2035 гг. за счет улучшения экономики проекта, но вводятся повышенные штрафные санкции
Распоряжение Правительства Российской Федерации от 01.06.2021 № 1446-р	Определены предельные значения показателя эффективности и предельные годовые объемы поддержки отрасли возобновляемой энергетики на 2025–2035 гг. (в т.ч. на малые ГЭС – в 2027 г. – 1484 млн руб., в 2028 г. – 1425 млн руб., в 2029 г. – 1369 млн руб. – в ценах 2021 г.). Увеличены целевые показатели экспорта оборудования для малых ГЭС: • с 2025 по 2030 г. с 1% до 4%; • с 2031 по 2035 г. с 2% до 9%.	 Устанавливает ориентиры для ключевых экономических параметров проектов малых ГЭС на оптовом рынке электрической энергии и мощности
Постановление Правительства Российской Федерации от 12.07.2021 № 1169	Скорректирован порядок определения размера неустойки по ДПМ ВИЭ 2.0: объем предоставляемого обеспечения снижен с 30% до 22% от производства предельной величины показателя эффективности объекта и планового годового объема производства электроэнергии в заявке. Изменен порядок определения объема электроэнергии для целей расчета подлежащей компенсации за счет платы за мощность части требуемой суммы средств. Уточнены правила определения параметров, касающихся объемов электроэнергии на основе ВИЭ, приобретаемой на розничных рынках.	 Увеличивает эффективность механизмов стимулирования использования малых ГЭС на оптовом и розничных рынках электрической энергии и мощности

Распоряжение Правительства Российской Федерации от 24.03.2022 № 594-р	Утверждены финансовые параметры (предельные величины капитальных, переменных и постоянных эксплуатационных затрат) на период до 2035 г. для проведения конкурсных отборов инвестиционных проектов по строительству объектов ВИЭ-генерации на розничных рынках электрической энергии (для продажи, выработанной на них электроэнергии сетевым организациям). Установлены предельные величины показателя эффективности для малых ГЭС с установленной мощностью до 25 МВт, ранее определенные параметры теперь относятся для станций с мощностью от 25 МВт до 50 МВт.	 Устанавливает ориентиры для ключевых экономических параметров проектов малых ГЭС на розничных рынках электрической энергии и мощности
---	---	--

Перспективное развитие электроэнергетики

ЦСР

Федеральный закон от 11.06.2022 № 174-ФЗ	Внесены изменения в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части перспективного развития электроэнергетики, в том числе установлено, что проектирование развития электроэнергетических систем с 1 января 2023 г. осуществляется системным оператором, а органам власти запрещается принимать решения по строительству генерирующих объектов мощностью свыше 5 МВт, если они не предусмотрены документами перспективного развития электроэнергетики.	 Упорядочивает процесс принятия и согласования решений по строительству новых ГЭС
--	--	---

Климатическая и зеленая повестка

ЦСР

Федеральный закон от 02.07.2021 № 296-ФЗ	Принят Федеральный закон «Об ограничении выбросов парниковых газов», которым предусматривается, в том числе, реализация климатических проектов. Малые ГЭС, как и другие ВИЭ могут быть объектом климатических проектов.	 Позволяет реализовывать проекты малых ГЭС как климатические
Постановление Правительства Российской Федерации от 24.03.2022 № 455	Утверждены Правила верификации результатов реализации климатических проектов.	и запускает рынок углеродных единиц от реализации таких проектов

Постановление Правительства Российской Федерации от 30.04.2022 № 790	Утверждены Правила создания и ведения реестра углеродных единиц, а также проведения операций с углеродными единицами в реестре углеродных единиц ²¹ .	 Позволяет реализовывать проекты малых ГЭС как климатические и запускает рынок углеродных единиц от реализации таких проектов
Приказ Минэкономразви- тия России от 11.05.2022 № 248	Утверждены критерии и порядок отнесения проектов, реализуемых юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями или физическими лицами, к климатическим проектам, а также форма и порядок представления отчета о реализации климатического проекта.	
Постановление Правительства Российской Федерации от 21.09.2021 № 1587	Утверждены критерии проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации и требований к системе верификации проектов устойчивого (в том числе зеленого) развития в Российской Федерации. Модернизация и создание ГЭС вошли в перечень зеленых проектов, однако при строительстве новых плотинных ГЭС эффект на окружающую среду и климат должен подтверждаться верификатором.	 Позволяет классифицировать проекты ГЭС как «зеленые» для получения зеленого финансирования

Вопросы безопасности

ЦСР

Федеральный закон от 11.06.2021 № 170-ФЗ	Внесены изменения в Федеральный закон «О безопасности гидротехнических сооружений» в части осуществления федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений в связи с принятием Федерального закона от 31.07.2020 № 248-ФЗ «О государственном контроле (надзоре) и муниципальном контроле в Российской Федерации».	 Снимает избыточные барьеры в части федерального государственного надзора в области безопасности гидротехнических сооружений
---	--	--

²¹ Также приняты акты, связанные с оператором углеродных единиц и услугами, которые он оказывает.

В реестр аккредитованных на валидацию и верификацию климатических проектов лиц включен ряд организаций.

Федеральный закон от 11.06.2021 № 193-ФЗ	Вопросы защиты объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов Российской Федерации включены в сферу безопасности гидротехнических сооружений.	 Потенциально увеличивает затраты при проведении мероприятий в части обеспечения безопасности гидротехнических сооружений
Федеральный закон от 28.06.2022 № 230-ФЗ	Внесены изменения в законодательство по вопросу безопасности ТЭК, в рамках которого, в том числе, разграничили сферу обеспечения безопасности объектов транспортной инфраструктуры, расположенных в границах объектов ТЭК.	 Упорядочивает вопросы ответственности и разнесения затрат на обеспечение безопасности дорог, проходящих через плотины ГЭС
Приказ Минэнерго России от 30.12.2021 № 1540	Утвержден перечень индикаторов риска нарушения обязательных требований по федеральному государственному энергетическому надзору, относящихся, в том числе и к объектам гидрогенерации.	 Обеспечивает определенность в части проведения контрольных мероприятий в рамках федерального государственного энергетического надзора

Поддержка инвестиций

ЦСР

Постановление Правительства Российской Федерации от 01.09.2021 № 1463	Установлен новый порядок проведения долгосрочных конкурентных отборов мощности новых генерирующих объектов (КОМ НГО). В частности, теперь с использованием механизма КОМ НГО, по решению Правительства Российской Федерации, проводятся технологически нейтральные отборы, в которых могут участвовать и объекты гидрогенерации.	 Повышение инвестиционной привлекательности реализации проектов ГЭС
--	---	---

Антикризисные меры

ЦСР

Федеральный закон от 01.05.2022 № 127-ФЗ, постановление Правительства Российской Федерации от 20.05.2022 № 912	Установлена норма о временном неприменении в 2022–2023 гг. установленных законодательством ограничений по непревышению объема финансовых потребностей, необходимых для реализации инвестиционных программ, над объемом таких потребностей, определенным в соответствии с укрупненными нормативами цены создания различных объектов капитального строительства.	Снятие финансовых ограничений, связанное с резким и непредсказуемым изменением ценовой конъюнктуры при поставках оборудования, материалов и услуг, необходимых для реализации проектов
Постановление Правительства Российской Федерации от 20.05.2022 № 912	До 31 декабря 2022 г. включительно отобранным инвестиционным проектам ДПМ ВИЭ предоставлено право на нештрафуемую отсрочку начала периода поставки мощности на более позднюю дату (для малых ГЭС – не более чем на 30 месяцев). При этом период поставки мощности по договору на период отсрочки не уменьшается (сохраняется 15 лет).	Снижение потенциальной дополнительной финансовой нагрузки на бизнес (возможные штрафы за задержки из-за действия внешних ограничений)
Постановление Правительства Российской Федерации от 01.06.2022 № 999	В 2022 г. отборы проектов строительства генерирующих объектов ВИЭ на розничных рынках электроэнергии и проектов в рамках ДПМ ВИЭ отменены.	Позволяет сформировать заявки на конкурсный отбор проектов малых ГЭС после уменьшения неопределенности, связанной с внешними ограничениями

Нормативно-технические документы

В составе структуры Технических комитетов по стандартизации, утвержденных Росстандартом с 2014 года активно работает Подкомитет (ПК-4) «Гидроэлектростанции» (ПАО «РусГидро» – базовая организация, Ассоциация «Гидроэнергетика России» – секретариат). В период 2017–2022 гг. в дополнение к ранее созданным в предыдущие годы ПК-4 был разработан и принят ряд первоочередных национальных стандартов Российской Федерации в сфере гидроэнергетики:

- ГОСТ Р Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. «Гидравлические и гидроаккумулирующие электростанции. Гидротехнические сооружения. Мониторинг и оценка технического состояния в процессе эксплуатации. Основные положения» (Приказ Росстандарта об утверждении от 17.10.2017 № 1432-ст)
- ГОСТ Р Единая энергетическая система и изолированно работающие энергосистемы. «Гидравлические и гидроаккумулирующие электростанции. гидротехнические сооружения. Правила эксплуатации. Основные положения» (Приказ Росстандарта об утверждении от 17.10.2017 № 1432-ст)
- ГОСТ Р «Гидравлические электростанции. Нормы потерь турбинного масла в процессе эксплуатации гидротурбинного оборудования. Метод расчета потерь турбинного масла в процессе эксплуатации гидротурбинного оборудования» (Приказ Росстандарта об утверждении от 13.09.2018 № 599-ст)
- ГОСТ Р «Гидравлические электростанции. Гидротехнические сооружения. Контрольно-измерительные системы и аппаратура. Условия создания. Нормы и требования» (Приказ Росстандарта об утверждении от 04.12.2019 № 1339-ст)
- ГОСТ Р «Гидроэлектростанции. Технические требования к поставке» (Приказ Росстандарта об утверждении от 28.10.2020 № 957-ст)
- ГОСТ Р «Машины гидравлические радиальные и осевые. Метод преобразования рабочих характеристик модельной гидромашины в эксплуатационные характеристики натурной гидромашины» (Приказ Росстандарта об утверждении национального стандарта от 30.11.2021 № 1646-ст)
- ГОСТ Р «Гидравлические машины. Руководство по предотвращению гидроабразивной эрозии в осевых поворотно-лопастных, диагональных, радиально-осевых и ковшовых турбинах» (Приказ Росстандарта об утверждении национального стандарта от 24.11.2021 № 1551-ст)
- ГОСТ Р «Гидроэлектростанции. Методика определения критериев безопасности для декларируемых гидротехнических сооружений» (Приказ Росстандарта об утверждении национального стандарта от 24.11.2021 № 1569-ст.)
- ГОСТ Р «Гидрогенераторы Технические требования к поставке» (Разработчик АО «Ленгидропроект») (Приказ Росстандарта об утверждении национального стандарта от 13.07.2022 № 618-ст)
- ГОСТ Р «Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения» (Разработчик АО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева») (Приказ Росстандарта об утверждении национального стандарта от 13.07.2022 № 619-ст)
- ГОСТ Р «Оценка кавитационной эрозии в гидротурбинах, насосах гидроаккумулирующих станций и насосах-турбинах» (Разработчик АО «Силовые машины») (Приказ Росстандарта об утверждении национального стандарта от 13.07.2022 № 620-ст)

Также были приняты стандарты ряда профильных организаций, в числе которых ПАО «РусГидро» и Ассоциация «Гидроэнергетика России», касающиеся в основном ремонтов оборудования и сооружений, а также проектирования малых ГЭС.

Преимущества, приоритетные направления развития, вызовы

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Преимуществами гидроэнергетики по сравнению с другими видами генерации является использование национальных ресурсов (энергетическая безопасность), маневренность и регулировочная способность, множество социально-экономических эффектов, содействующих развитию отраслей и территорий, относительно невысокая себестоимость получаемой электроэнергии и, в том числе, открытие дополнительных возможностей для развития производства конкурентоспособной энергоемкой продукции.
- В свете развития климатической политики в мире на первый план стремительно выходит еще одно из главных преимуществ гидроэнергетики – ее низкоуглеродный характер и возможность снижения углеродного следа продукции за счет использования электроэнергии ГЭС.
- ГЭС являются «зеленым» источником энергии, углеродный след электроэнергии ГЭС (на всем жизненном цикле) находится на уровне прочих ВИЭ и АЭС, но в 20–50 раз ниже генерации на газе и угле. При этом прямые выбросы парниковых газов при эксплуатации ГЭС практически отсутствуют.
- Приоритетом в развитии российской гидроэнергетики являются проекты как крупных, так и малых ГЭС, а также развитие технологий ГАЭС как основного средства аккумулирования энергии для регулирования работы ЕЭС России.
- Отраслевые российские компании планируют развивать производство современного основного и вспомогательного оборудования для новых и модернизируемых объектов гидроэнергетики, а также развивать экспорт современных технологий и оборудования.
- Высокий спрос на ГЭС и ГАЭС в мире, особенно в развивающихся странах, предоставляет российским предприятиям энергомашиностроения и инженеринговым компаниям возможность увеличить экспортные поставки.
- Вызовом для российской гидроэнергетики является неопределенность нормативного регулирования сферы строительства и эксплуатации ГАЭС, барьеры при создании водохранилищ, а также ограниченное признание (требующего экспертного подтверждения) отдельных объектов большой гидроэнергетики «зелеными» на международном уровне с вытекающими из этого препятствиями для реализации проектов.

Преимущества

- Основные преимущества развития гидроэнергетики заключаются в маневренности и регулировочных возможностях объектов генерации, комплексных социально-экономических эффектах для развития экономики и обеспечении диверсификации источников энергии. Важным фактором также является низкоуглеродный характер электроэнергии ГЭС, что позволяет значительно снизить выбросы парниковых газов по сравнению с генерацией на основе ископаемого топлива и соответствует общемировому тренду по усилению климатической политики.

Незначительный углеродный след электроэнергии ГЭС

Активизация климатической политики в мире и стремление большинства стран к снижению выбросов парниковых газов и достижению углеродной нейтральности требует развития низкоуглеродных технологий. Энергетика является важным звеном, так как осуществляет более половины выбросов парниковых газов. В связи с этим все страны мира стремятся развивать низкоуглеродные виды генерации, к которым относится гидроэнергетика (наряду с атомной энергетикой, а также ВИЭ: ветровой, солнечной энергетикой и др.).

Количественной оценкой уровня низкоуглеродности той или иной технологии в электроэнергетике является углеродный след производства электроэнергии, которая исчисляется как масса выбросов парниковых газов (в эквиваленте CO₂) на единицу производства электроэнергии (кВт·ч). При этом корректным является расчет показателя на всем жизненном цикле объекта электрогенерации, включающим строительство и эксплуатацию, а иногда и вывод из строя и утилизацию компонентов.

В соответствии с различными оценками, углеродный след электроэнергии ГЭС является одним из самых низких среди прочих видов генерации. Оценки варьируются в диапазоне 10–80 г CO₂-экв./кВт·ч²², со средними значениями 23–24 г CO₂-экв./кВт·ч (IPCC). Эти значения находятся примерно на одном уровне с атомной и ветровой энергетикой, но значительно ниже аналогичных показателей в других видах генерации: в 2–3 раза чем в солнечной энергетике (40–80 г CO₂-экв./кВт·ч), в 20–30 раз чем в газовой генерации (400–700 г CO₂-экв./кВт·ч) и в 40–50 раз чем в угольной генерации (900–2000 г CO₂-экв./кВт·ч).

23_г

средние выбросы парниковых газов в CO₂-экв. на ГЭС при производстве 1 кВт·ч электроэнергии

Необходимо отметить, что низкоуглеродные технологии производства электроэнергии (в т.ч. ГЭС) практически не выделяют парниковых газов в течение эксплуатации объекта электроэнергетики, в отличие от объектов, работающих на ископаемом топливе (ТЭС), которые генерируют большую часть выбросов на этом этапе. В будущем (до 2050 г.) существенное снижение углеродного следа электроэнергии может ожидаться в СЭС (фотоэлектрических – более 50 %) и ветровой (более 20 %) энергетике, в то время как прочие низкоуглеродные технологии (ГЭС, АЭС) имеют меньший потенциал сокращения удельных выбросов (IAEA).

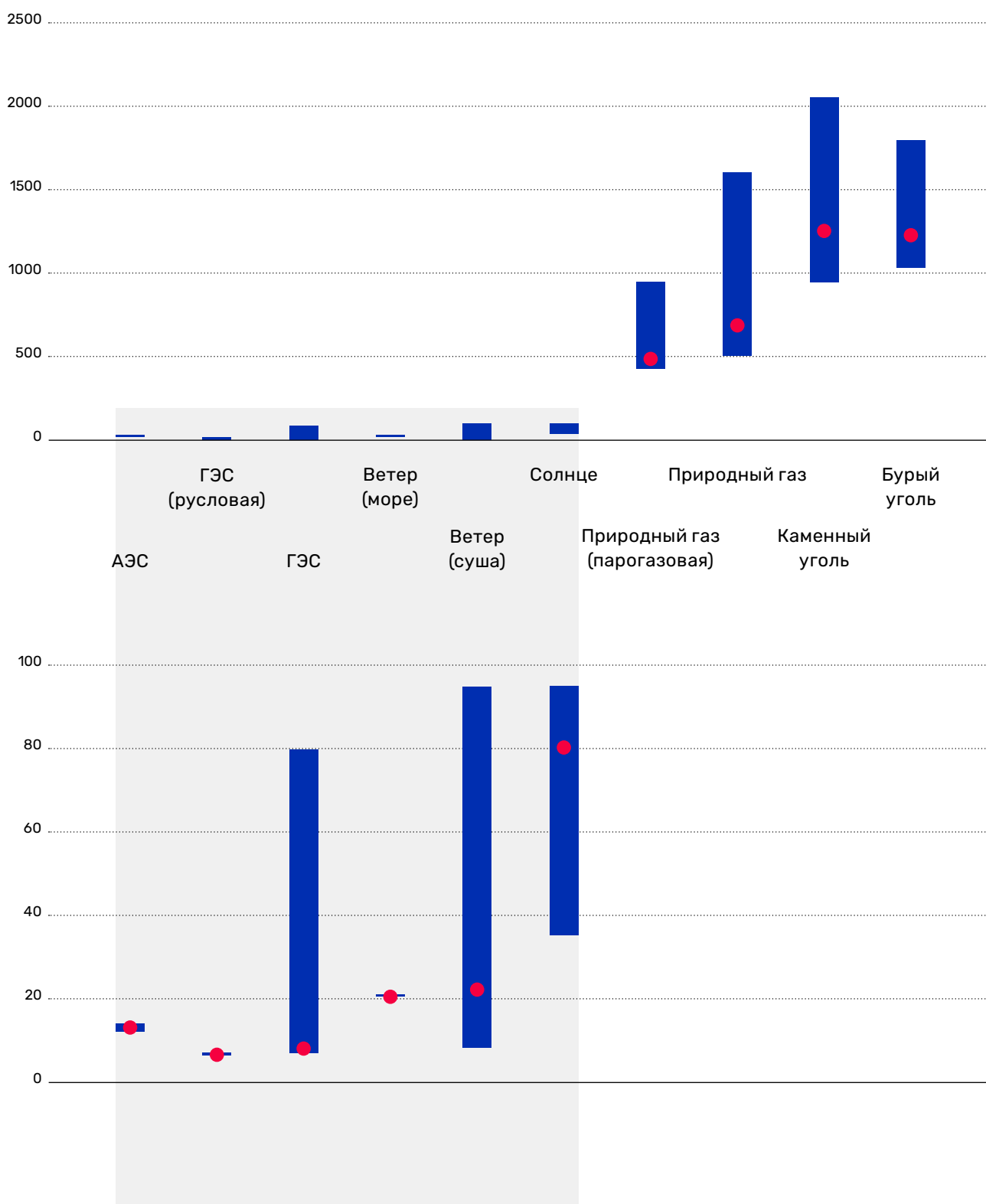
²² Разброс значений выбросов вызван учетом в ряде исследований ГЭС тропических регионов, некоторые из которых производят достаточно высокие выбросы, вызванные особенностями тропических лесов.

Таким образом, развитие гидроэнергетики способствует декарбонизации энергетики и экономики. Это достигается за счет увеличения доли электроэнергии ГЭС в структуре производства и потребления первичной энергии и соответствующего снижения доли ископаемых видов топлива. Вместе с электрификацией секторов экономики (промышленность, транспорт) этот эффект может усиливаться за счет увеличения доли потребления электроэнергии в экономике.

Углеродный след различных видов электрогенерации, г CO₂-экв./кВт·ч

Оценка ЦСР по данным International Atomic Energy Agency

■ Диапазон значений (min-max) ■ Среднее значение



Роль ГЭС в снижении выбросов парниковых газов

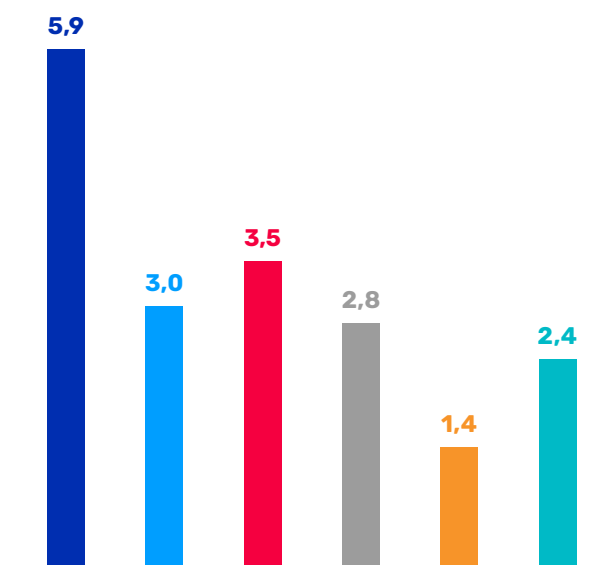
Гидроэнергетика вносит существенный вклад в снижение выбросов парниковых газов в мировом масштабе, так как является крупнейшим источником низкоуглеродной энергии (опережая атомную энергетику и альтернативные ВИЭ). Во многих странах развитие гидроэнергетики является способом отказа от более «грязных» видов электрогенерации, прежде всего угольной. По оценкам МЭА²³, в расчете на 1 ГВт мощности наибольший потенциал снижения прямых выбросов в результате замещения угольной генерации имеет атомная энергетика – 5,9 млн т CO₂-экв. Гидроэнергетика имеет меньший КИУМ (сезонные колебания и прочие факторы), в связи с чем данный показатель составляет около 3 млн т CO₂-экв., что примерно соответствует значению ветровых станций и более чем в два раза превосходит показатель солнечных станций. Однако выбросы парниковых газов в расчете на единицу произведенной энергии у ГЭС намного ниже, чем у ВЭС и СЭС (ввиду разницы КИУМ).

Снижение выбросов парниковых газов за счет замещения угольной и газовой генерации различными видами генерации, млн т CO₂-экв./ГВт

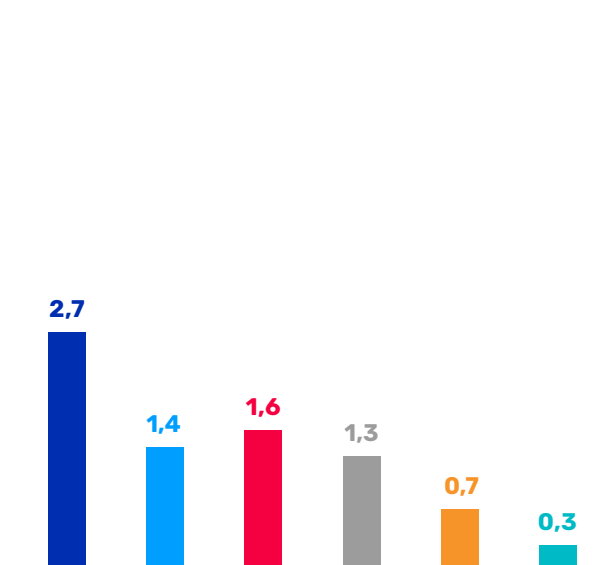
ЦСР по данным МЭА

■ АЭС ■ ГЭС ■ Ветер (море) ■ Ветер (суша) ■ Солнце ■ Природный газ (эффективный)

Замещение угольной генерации



Замещение газовой генерации



Замещение угольной генерации относится в большей степени к развивающимся странам, в то время как в развитых странах среди тепловых видов генерации преобладает газовая. Ввиду меньшего углеродного следа на газовых ТЭС их потенциальное замещение ГЭС обеспечит снижение выбросов на 1,4 млн т CO₂-экв. в расчете на 1 ГВт вводимой мощности.

²³ IEA. Sustainable Recovery. World Energy Outlook Special Report. June 2020.

В 2021 г. в мире на ГЭС было произведено около 4,3 трлн кВт·ч электроэнергии. По расчетам ЦСП²⁴, за счет этого были предотвращены выбросы парниковых газов в размере около 5 млрд т CO₂-экв. в случае замещения гидроэнергетикой угольных ТЭС или около 3 млрд т CO₂-экв. в случае замещения газовых ТЭС. Это составляет 15 % и 9 % суммарных мировых выбросов в энергетике (включает все виды сжигания топлива, в т.ч. в энергетике, транспорте и пр.).

5 млрд т

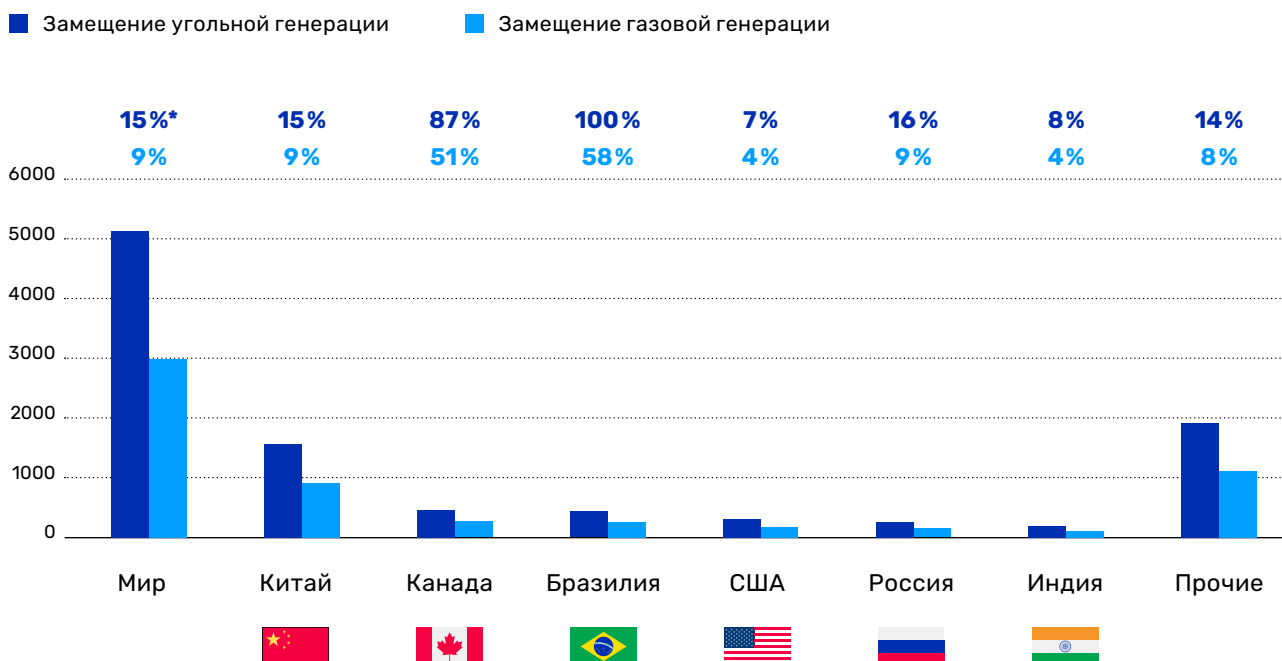
снижение выбросов парниковых газов (CO₂-экв.) в мире в год за счет гидроэнергетики по сравнению с угольной генерацией

Мировыми лидерами по абсолютному замещению выбросов парниковых газов за счет развития гидроэнергетики являются Китай (30 % общемирового показателя), Канада (9 %) и Бразилия (8 %). Россия находится на пятом месте с долей 5 %.

Среди крупнейших стран наибольший вклад гидроэнергетики в снижение выбросов парниковых газов в энергетике отмечается в Канаде и Бразилии, где она превосходит 50 %. В России за счет гидроэнергетики выбросы в энергетике снижены на 9–16 % от существующего уровня в зависимости от варианта гипотетического замещения (угольной или газовой генерации).

Расчетное снижение выбросов парниковых газов за счет отрасли гидроэнергетики, расчет по сравнению с угольной и газовой генерацией (млн т CO₂-экв.) и доля от фактических выбросов от отрасли энергетики

ЦСП по данным МЭА и ВР



* В % указана доля от выбросов в энергетике за 2021 г.

²⁴ В расчетах использованы усредненные коэффициенты углеродного следа производства электроэнергии на угольных (1200 г CO₂-экв./кВт·ч) и газовых (700 г CO₂-экв./кВт·ч) ТЭС.

Приоритеты развития в контексте зарубежного опыта

- **Мировой тренд по декарбонизации экономик и развитию ВИЭ дал новый толчок гидроэнергетической отрасли, как для производства «чистой» энергии, так и для применения в качестве накопителей энергии для регулирования энергосистемы. Россия, также принявшая стратегию низкоуглеродного развития, может активно использовать гидроэнергетику как один из механизмов по снижению углеродного следа. Кроме того, высокий спрос на ГЭС и ГАЭС в мире, особенно в развивающихся странах, дает российским предприятиям энергомашиностроения и инжиниринговым компаниям шанс увеличить экспортные поставки.**

Развитие ГЭС как инструмента декарбонизации

Хотя мировая практика считает ГЭС одним из инструментов декарбонизации, по сравнению с другими ВИЭ для ГЭС устанавливается ряд дополнительных требований, прежде всего связанных с экологией, реализация которых существенно осложняет и удорожает проекты.

Для российских компаний, как участников глобальных рынков, важно, чтобы их источники энергии признавались низкоуглеродными в других странах, поэтому развитие ГЭС в совокупности с системой «зеленых» сертификатов происхождения энергии имеет хорошие перспективы в части декарбонизации.

При этом именно климатическими проектами, позволяющими участвовать в рынке углеродных единиц, обычно в отдельных зарубежных странах признаются малые ГЭС, которые попадают под критерии, связанные с ограничением максимальной электрической мощности станций, в том числе в удельном выражении на единицу площади водохранилищ.

Стимулирование и поддержка создания ГАЭС как накопителей энергии для обеспечения регулирования в энергосистемах, а также снижения необходимости в маневренных углеродоемких генерирующих мощностях

Гидроаккумулирующие электростанции в свете ускоренного развития ВИЭ в мире становятся достаточно востребованным инструментом временного хранения энергии от природно-непостоянных ВИЭ (ветер и солнце). Вместе с тем ввиду несовершенства нормативных правовых документов, высокой капиталоемкости проекты ГАЭС как отдельный бизнес в российских условиях пока не являются экономически привлекательными, что требует разработки дополнительных мер по стимулированию и поддержке, применяемой во многих странах мира.

Увеличение экспорта российского оборудования, инжиниринговых и строительных услуг в сфере гидрогенерации

Россия обладает значительным заделом и научно-техническим потенциалом в сфере гидроэнергетики – от опыта строительства ГЭС «под ключ» до участия в отдельных

проектах в качестве проектировщика или поставщика оборудования. В свете роста интереса к гидрогенерации за рубежом, в том числе в развивающихся странах Юго-Восточной Азии, Африки и Латинской Америки, потенциал для увеличения экспорта работ, услуг и оборудования у российских компаний есть. Однако для успешной конкуренции с зарубежными поставщиками, прежде всего китайскими, необходима поддержка со стороны государства, в том числе в части установления договоренностей о сотрудничестве на межгосударственном уровне.

Комплексный подход к строительству ГЭС/водохранилищ/плотин в рамках пространственного развития

Строительство ГЭС в большинстве случаев дает возможность использовать водохранилища и гидротехнические сооружения также для других целей. Например, плотины и водосбросы используются как противопаводковые объекты, водохранилища — в рекреационных целях, для рыбохозяйственного комплекса, а также способствует развитию смежных отраслей экономики. Кроме того, плотины и дамбы увеличивают глубину речного фарватера, что положительно сказывается на развитии судоходства. Комплексный подход к строительству ГЭС позволяет перераспределить часть затрат при создании объектов между всеми заинтересованными сторонами, а также оптимизировать расходы на создание необходимой инфраструктуры.

Вызовы

- **Гидроэнергетика в России сталкивается с рядом вызовов, тормозящих развитие отрасли. Среди них как вопросы позиционирования ГАЭС в действующей модели рынка электроэнергии и мощности, неурегулированность и сложность решения ряда вопросов, связанных с формированием водохранилищ, ограниченная «зеленость» крупных плотинных ГЭС, а также отсутствие мер поддержки для реализации проектов крупных ГЭС для обеспечения окупаемости инвестиций. Особенным вызовом для России с ее огромными и малоосвоенными территориями является проблема удаленности наиболее оптимальных мест для размещения ГЭС от крупных населенных пунктов и промышленных предприятий.**

Дилемма пространственного развития

Россия обладает огромным гидроэнергетическим потенциалом, однако места для размещения ГЭС с наиболее низкими удельными затратами на строительство и приемлемым экологическим воздействием расположены в районах, удаленных от центров спроса на энергию и сосредоточения производительных сил (квалифицированная рабочая сила, строительная техника и производство стройматериалов); также нет готовой транспортной и энергетической инфраструктуры. Кроме того, прочие активности, связанные с водохранилищами и плотинами (такие как использование данных объектов в рекреационных целях, для водного транспорта, сельского хозяйства, рыбоводства и рыболовства), в удаленных районах мало востребованы. Поэтому развитие гидроэнергетики требует фокуса на комплексном пространственном развитии региона с привлечением широкого круга потенциальных инвесторов и интересантов.

Барьеры при создании водохранилищ

Одной из проблем, сдерживающих развитие гидроэнергетики, является неурегулированность ряда вопросов создания водохранилищ, в том числе в части планировки территории в планируемых границах зоны затопления водохранилища, принятия решения о проектировании и создании водохранилища, отсутствия санитарных правил по подготовке ложа водохранилища к затоплению, распределение финансовых затрат при создании водохранилища/плотины как объекта федеральной собственности коллективного использования, в т.ч. в рамках обеспечения ими противопаводковых мероприятий и т.п.

Фактически создание водохранилища в каждом конкретном случае регламентируется в «ручном режиме» на уровне решений, принимаемых Правительством Российской Федерации²⁵.

Высокий размер компенсаций ущерба ВБР

Возмещение ущерба, причиненного водным биологическим ресурсам от сооружения и деятельности объектов гидроэнергетики, который рассчитывается по действующим в настоящее время в Российской Федерации методикам, может отличаться на порядок для ГЭС с сопоставимыми параметрами как непосредственно станций, так и природных условий.

При этом для ряда строящихся станций стоимость компенсационных мероприятий сравнима со стоимостью всего проекта строительства ГЭС, при этом основная сумма складывается из оценки потери кормовой базы (зоопланктона).

Статус ГАЭС в ОРЭМ

Правила функционирования оптового рынка электроэнергии и мощности Российской Федерации не стимулируют к реализации проектов строительства новых ГАЭС, которые обеспечивают важнейшую функцию накопления энергии и потребления избытков энергии в энергосистеме от неманевренной генерации (АЭС, ряд ТЭС).

В рамках существующей модели рынка ГАЭС балансируют на грани безубыточности, так как их работа в энергосистеме в насосном режиме приравнена к работе обычного потребителя электрической энергии, и новые инвестиционные проекты не окупаются.

Отсутствие мер поддержки крупных ГЭС

Проекты строительства крупных ГЭС характеризуются высокими капитальными затратами и длительными сроками строительства. При этом в секторе отсутствуют меры стимулирования и поддержки для обеспечения окупаемости вложенных инвестиций, включая льготное финансирование, налоговые льготы, оплата мощности.

В результате проекты крупных ГЭС непривлекательны для инвесторов и проигрывают в конкурентоспособности другим видам генерации.

²⁵ Рекомендации «круглого стола» Комитета Государственной Думы по энергетике на тему «Энергетическая стратегия России на период до 2050 г.: предложения к проекту стратегического отраслевого документа», 04.07.2022.

Социально-экономические эффекты от развития гидроэнергетики в регионах России

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- Социально-экономические эффекты от развития гидроэнергетики возникают на стадии строительства и эксплуатации ГЭС.
- На стадии строительства эффекты связаны с дополнительным заказом на проектирование, оборудование ГЭС и строительные материалы. Непосредственно регион расположения ГЭС на этой стадии положительный эффект получает от вовлечения местной рабочей силы, в то время как производство основного гидроэнергетического оборудования и проектные институты в России сконцентрированы в нескольких регионах.
- Электроэнергия ГЭС характеризуется низкой себестоимостью, что позволяет устанавливать низкие тарифы для населения и промышленности в регионе расположения. Это создает основу для развития производств, особенно энергоемких (например, металлургия), в том числе в энергетических изолированных районах (например, добыча и первичная переработка полезных ископаемых).
- Занятость на предприятиях ГЭС относительно низкая (на единицу добавленной стоимости) ввиду характера отрасли и ее высокой автоматизированности. Однако новые рабочие места на ГЭС характеризуются более высокими зарплатами по сравнению со средним показателем по регионам.

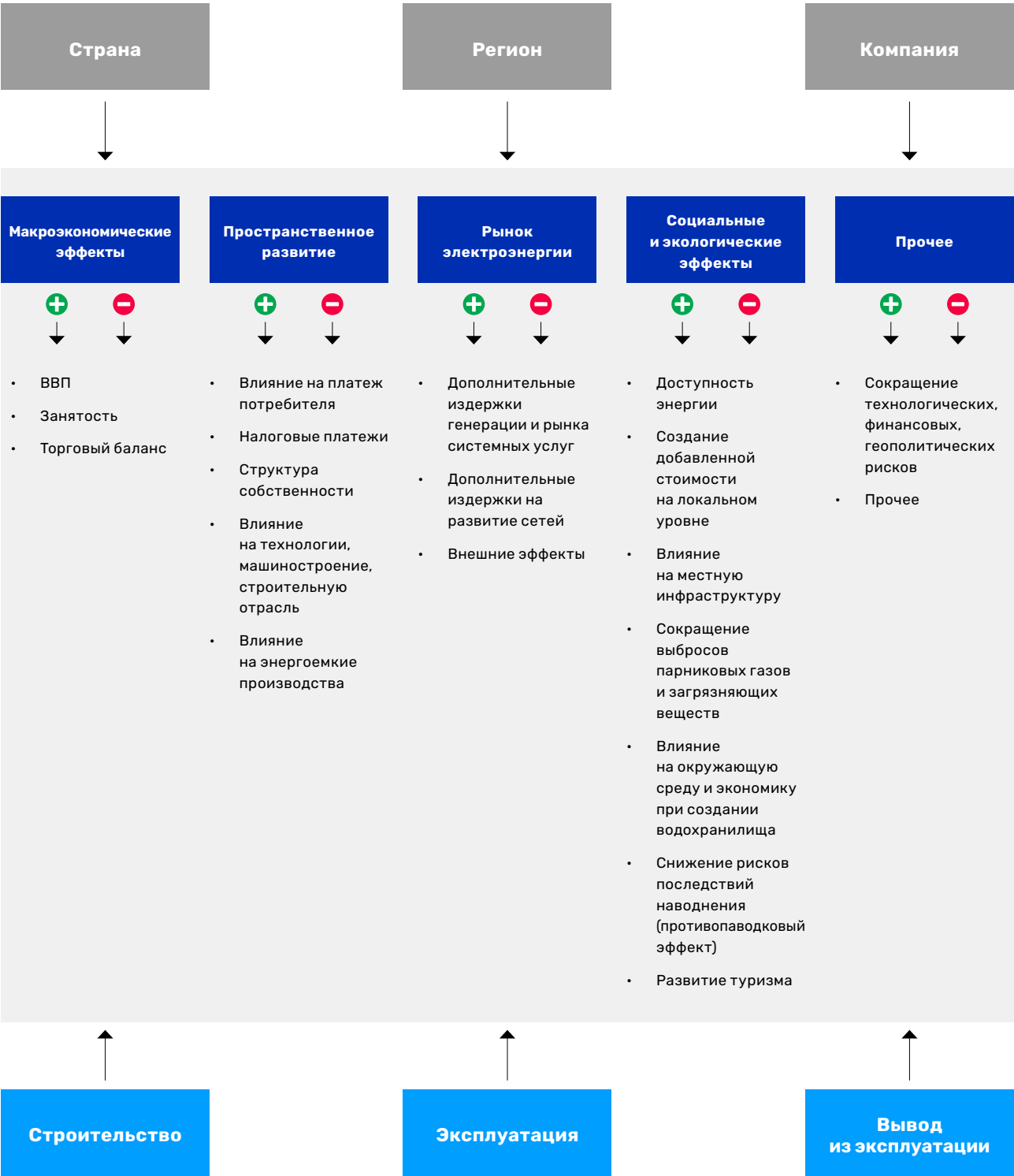
Мультипликативный эффект от строительства гидроэнергетического объекта

Строительство и дальнейшая эксплуатация больших ГЭС приводит к возникновению ряда социально-экономических эффектов, включая эффекты для страны в целом (например, влияние на ВВП, расширение высокопроизводительных рабочих мест, налоги), для пространственного развития конкретного региона (включая, экологические эффекты, развитие транспортной, энергетической инфраструктуры, эффекты от появления водохранилища для регулирования стока рек, развития речного транспорта, влияние на сельское хозяйство, туризм, создаются

стратегические запасы чистой воды) и для бизнеса (прибыль, изменение спроса на продукцию, сокращение издержек для энергоемких производств, сокращение углеродного следа продукции и др.). Часть из указанных эффектов на социально-экономическое развитие и экологическую ситуацию может быть выражена в денежном эквиваленте (мультипликативный эффект).

Примеры социально-экономических эффектов на жизненном цикле ГЭС

На основе подхода IRENA



По оценкам НИУ ВШЭ (2021)²⁶, строительство крупных ГЭС создаст значительный долгосрочный положительный эффект для ВВП России и ВРП регионов: объем инвестиций в гидроэнергетику в размере 1% ВВП в год приводит к мультипликативному эффекту в экономике 2,5–2,6% ВВП (оценка включает краткосрочные + долгосрочные эффекты). При этом максимальный эффект от сооружения ГЭС приходится на период строительства. Для сравнения, по оценке НИУ ВШЭ, среднее значение мультипликатора по энергетической отрасли составляет 2,2% ВВП.

Эффекты от строительства ГЭС, в расчете на 100 МВт установленной мощности

Расчеты ЦСР по данным НИУ ВШЭ²⁷

Эффект	Единица измерения	Значение эффекта
Влияние на ВВП	млн руб./год	3523
Влияние на ВРП	млн руб./год	1023
Противопаводковый эффект	млн руб./за паводок	2300
Рыбопродуктивность после строительства ГЭС	тонн/год	23
	млн руб./год	20
Выручка от развития туризма	млн руб./год	41
Потенциально возможный уровень пассажиропотока	тыс. чел. /год	70
Потенциально возможный уровень грузооборота	тыс. т./год	211
Выручка от развития транспорта	млн руб./год	171

²⁶ Обоснование необходимости развития гидроэнергетики в РФ с учетом получаемых системных эффектов. Институт экономики и регулирования инфраструктурных отраслей, НИУ ВШЭ, 2021 г.

²⁷ НИУ ВШЭ. Обоснование необходимости развития гидроэнергетики РФ с учетом получаемых системных эффектов. Москва, 2022.

Превышение мультипликативного эффекта от строительства ГЭС над средним значением по отрасли объясняется тем, что в России существует полный цикл реализации проектов строительства ГЭС и ГАЭС (проектирование, производство оборудования и строительных материалов, строительство и эксплуатация).

Соотношение выгод и издержек по проекту зависит от конкретной территории, исходных условий реализации проекта и возможных доступных альтернатив. Результат так же чувствителен к методологии оценки, включая состав рассматриваемых выгод и издержек (единая и общепринятая методология отсутствует).

Например, исследование 2022 г. ²⁸ по ряду больших ГЭС в Китае показало, что большинство секторов в регионе проекта выиграют от развития гидроэнергетики (включая сектор услуг, здравоохранение и образование), в то время как некоторые сектора понесут убытки из-за значительного увеличения реальной заработной платы. При этом на национальном уровне был сделан вывод, что основополагающий эффект будут нести экологические выгоды. Проекты целесообразны к реализации, если экологические выгоды превышают социально-экономические издержки от реализации проекта.

Далее на основе мирового опыта и примере российской специфики приводится анализ ряда эффектов, включая влияние на занятость, пространственное развитие, на энергомашиностроение и развитие энергоемких производств.

Занятость и повышение уровня доходов населения

- Гидроэнергетика создает высокопроизводительные рабочие места, однако ее вклад в занятость регионов России ограничен и не превышает 1%. Средняя заработная плата на предприятиях ГЭС на 17–74 % превышает аналогичный показатель по экономике регионов расположения.

Занятость в гидроэнергетике в России

Развитие гидроэнергетики имеет положительный эффект в виде создания новых рабочих мест и увеличения занятости. При этом дополнительная занятость формируется как на этапе строительства, так и эксплуатации объектов гидроэнергетики.

²⁸ Hongzhen Ni; Jing Zhao; Xiujian Peng; Genfa Chen. Estimating the economic impact of large hydropower projects: a dynamic multi-regional computable general equilibrium analysis //Water policy, 09 2022.

По данным IRENA, количество занятых в гидроэнергетике России в 2021 г. составило 57,6 тыс. чел., что сопоставимо с аналогичным показателем, например, в угольной отрасли (138,8 тыс. чел. в 2020 г., по данным Минэнерго России). В расчете на 1 ГВт установленной мощности количество занятых в отрасли составляет около 1,1 тыс. чел., однако этот показатель значительно различается при рассмотрении на уровне отдельных предприятий, эксплуатирующих ГЭС. Так, средний показатель по крупнейшим ГЭС составляет около 150 чел./ГВт, а разброс значений – от 60 до 300 чел. на 1 ГВт.

57,6 тыс. чел.

количество занятых в гидроэнергетике России в 2021 г.

1,1 тыс. чел.

количество занятых в гидроэнергетике в расчете на 1 ГВт установленной мощности

Занятость на отдельных ГЭС в России, чел. на 1 ГВт мощности

Расчеты ЦСР, данные компаний

Иркутская



Братская



Усть-Илимская



Бурейская



Волжская



Воткинская



Жигулевская



Загорская ГАЭС



Зейская



Камская



Нижегородская



Новосибирская



Саратовская



Саяно-Шушенская



Богучанская



Красноярская



Среднее



Средняя заработная плата

Одним из положительных эффектов развития гидроэнергетики является создание высокопроизводительных рабочих мест, критерием чему является средняя заработная плата работников ГЭС по сравнению со средним показателем по экономике региона присутствия предприятия. В рассмотренных пяти регионах России средняя зарплата работников ГЭС превосходит аналогичный показатель по экономике в целом, разница составляет от 17 % (Якутия) до 74 % (Красноярский край). При этом необходимо отметить, что количество занятых на предприятиях ГЭС составляет малую долю от суммарного количества занятых по региону в целом (менее 1%).

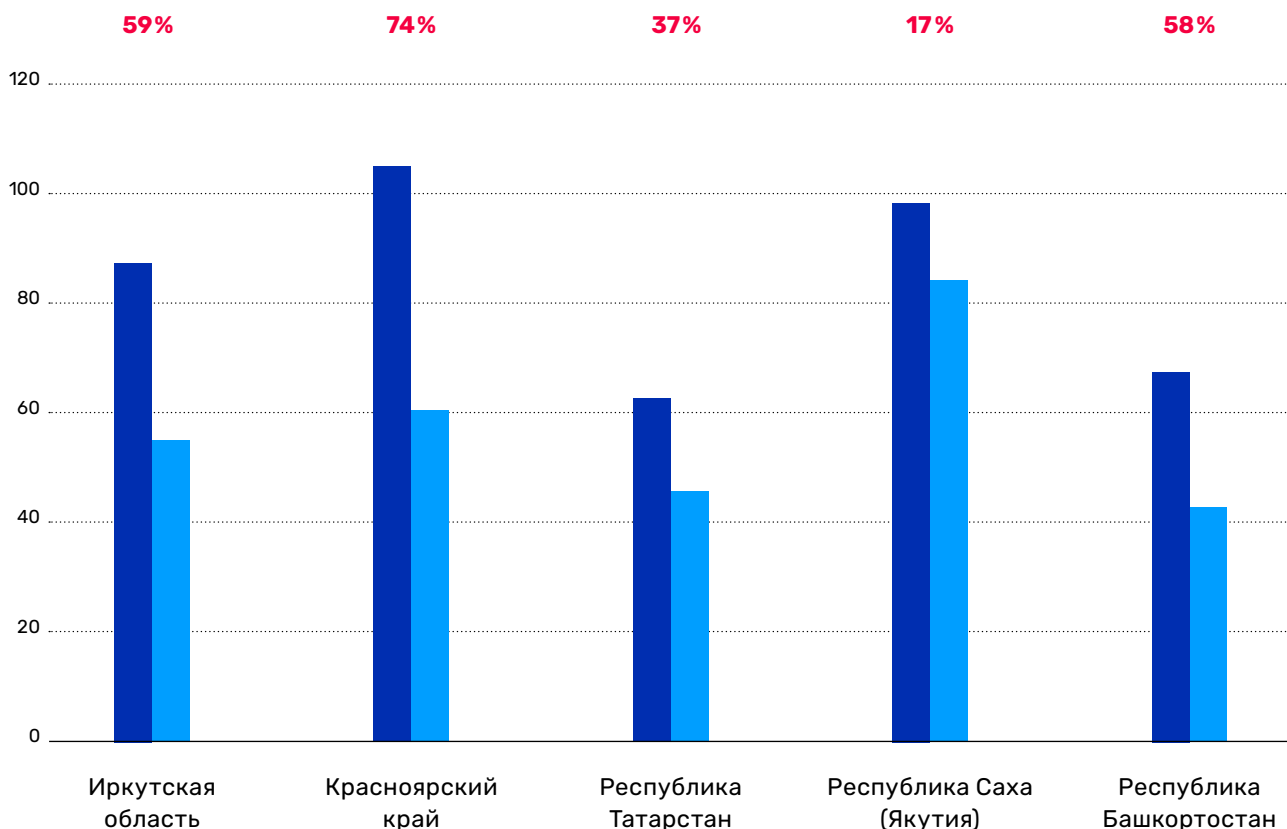
17–74%

составляет превышение средней зарплаты не предприятиях ГЭС по сравнению со средним уровнем зарплаты в регионе присутствия

Средняя зарплата на ГЭС и по экономике в целом, тыс. руб./мес., 2021 г.

Расчеты ЦСР по данным Росстата и компаний

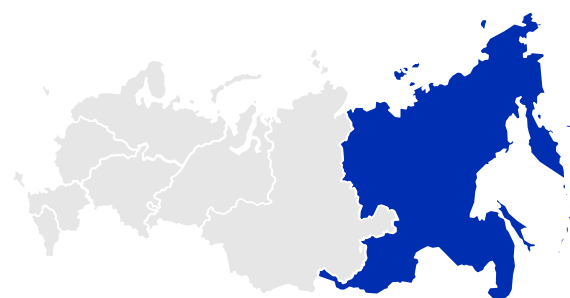
■ ГЭС ■ В среднем по региону ■ Разница, ГЭС/регион



Для целей пространственного развития

ГЭС могут служить точкой роста для новых (необжитых) территорий за счет привлечения населения и развития производств. Основными факторами выступают новые возможности, обеспеченные за счет строительства ГЭС, главным образом – сравнительно дешевая электроэнергия. При этом существуют две основные модели развития гидроэнергетики – точечное и ареальное. Точечное предполагает строительство ГЭС и минимальной вспомогательной инфраструктуры для обеспечения его работы с последующей передачей электроэнергии по ЛЭП в районы потребления электроэнергии. Ареальный тип подразумевает комплексное развитие территорий расположения ГЭС и ближайших территорий путем развития новых производств и появления новых поселений.

В России примером строительства ГЭС под реализацию конкретных производственных проектов являются проекты на Дальнем Востоке. Выбор экономически эффективного способа энергоснабжения подобных проектов (в основном связанных с добычей и первичной переработкой полезных ископаемых, например золота) реализуется на основе альтернативных возможностей, среди которых строительство объектов генерации на иных видах топлива (уголь, газ, мазут и пр.), строительство ЛЭП и строительство ГЭС. Наличие гидроэнергетического потенциала вблизи мест перспективного потребления обеспечивает выбор в пользу гидропроектов.



Дальний Восток

приоритетный регион России для строительства ГЭС для обеспечения энергией нового производства

Возможные эффекты от строительства ГЭС

ЦСР

Предложение электроэнергии	Стоимость электроэнергии	Выбросы и климат	Экономика регионов	Местные экосистемы
Обеспечение производства электроэнергии в необходимых объемах	Снижение стоимости (тарифов) для потребителей за счет отказа от привозного топлива (уголь, мазут, дизтопливо)	Предотвращение выброса в атмосферу парниковых газов и загрязняющих веществ (по сравнению с тепловой генерацией)	Развитие производств, в том числе энергоемких; экспорт электроэнергии	Предотвращение наводнений; расширение возможностей использования земель, в том числе в сельском хозяйстве, противопаводковый эффект

Развитие энергомашиностроения и строительной отрасли

Действующие планы по развитию гидроэнергетики России обеспечат определенный портфель заказов для отечественных предприятий энергомашиностроения как за счет нового строительства малых ГЭС, так и благодаря проектам по модернизации и реконструкции действующих станций. При этом основную выручку данные предприятия получают из других секторов – прежде всего от тепловой генерации вследствие более значительного, чем в гидроэнергетике, числа проектов реконструкции и модернизации. Для строительной отрасли достаточно важными заказами являются проекты по строительству новых ГЭС плотинного типа, требующих в том числе больших объемов бетона, а в процессах модернизации строительно-монтажные работы минимальны.

Энергомашиностроение

Энергомашиностроительные предприятия расположены, как правило, в регионах, удаленных от мест размещения ГЭС. Соответственно, экономический эффект будет преимущественно для данных регионов.

Выручка крупнейших энергомашиностроительных предприятий

Составлено ЦСР по открытым данным компаний, ФНС России

Компания	Регион/город	Выручка, млрд руб.
 АО «Силловые машины»	г. Санкт-Петербург	58,7 (2020 г.)
 АО «Тяжмаш»	Самарская область, г. Сызрань	19,8 (2021 г.)
 ООО «Русэлпром» (пр-во – ООО «РУСЭЛПРОМ-ЛЭЗ»)	Головной офис – г. Москва	7,9 (2021 г.)
	Производство гидрогенераторов – г. Санкт-Петербург	0,8 (2021 г.)
 ООО «Электротяжмаш-Привод»	Пермский край, г. Лысьва	3,9 (2021 г.)
 НПО «ЭЛСИБ» ПАО	г. Новосибирск	3,8 (2021 г.)
 АО «УГМ» («Уралгидромаш»)	г. Екатеринбург	2,1 (2021 г.)

Удельная стоимость гидросилового оборудования малых и средних ГЭС составляет около 20 млн руб./МВт²⁹. Обычно в стоимость также включают доставку и шеф-монтаж, осуществляемые производителями оборудования, которые составляют около 15 % от цены непосредственно оборудования.

Гидросиловое оборудование составляет примерно 2/3 всего оборудования, используемого на ГЭС (по стоимости).

Кроме поставок нового оборудования и запасных частей к нему данные предприятия также участвуют в капитальном ремонте.

Таким образом, оценка по реализации действующих прогнозов в части создания новых мощностей гидрогенерации дает величину выручки предприятий энергомашиностроения за период 2021–2035 гг. в размере 50–60 млрд руб. в ценах 2021 г., а запланированная в рамках ЕЭС модернизация в период 2022–2028 гг. может дать выручку свыше 70 млрд руб.

3–4%

от среднегодовой расчетной суммарной выручки крупнейших компаний российского энергомашиностроения могут составить в перспективе 2035 г. заказы, связанные со строительством **новых ГЭС**

Строительство и основные материалы для строительства

Удельная стоимость строительно-монтажных работ для малых ГЭС: 100–120 млн руб./МВт. Для крупных ГЭС (более 100 МВт) – в 3–4 раза ниже.

1%

Средний удельный расход арматуры и металлоконструкций для малых ГЭС составляет порядка 200 т/МВт, бетона – 3 тыс. куб. м/МВт.

российского производства товарного бетона в период до 2035 г. пойдет на строительство новых ГЭС

При реконструкции действующих ГЭС строительные работы и использование материалов на порядок ниже.

Оценка по реализации действующих прогнозов в части создания новых мощностей гидрогенерации показывает дополнительные потребности в металле к 2035 г. в размере 500–600 тыс. т и в бетоне – 7,5–9 млн м³.

²⁹ Здесь и далее усредненные оценки по проектам ПАО «РусГидро», рассмотренным на заседаниях секции «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения» НП «НТС ЕЭС».

Развитие энергоемких производств

- Гидроэнергетика является надежным поставщиком дешевой и низкоуглеродной электроэнергии для российских металлургов, обеспечивая высокий уровень их конкурентоспособности на мировых рынках.

Строительство металлургических предприятий в связке с ГЭС является наиболее ярким примером экономически эффективного энергопромышленного кластера. Такой подход был принят в СССР еще в рамках реализации плана ГОЭЛРО. Так, Волховская ГЭС стала поставщиком электроэнергии для первого алюминиевого завода СССР. После войны началось проектирование и строительство каскадов ГЭС на Ангаре и Енисее. Запуск Иркутской, Красноярской и Братской ГЭС позволил строить более мощные и более современные алюминиевые заводы.

Процесс производства алюминия требует больших объемов электроэнергии. Алюминиевые заводы потребляют примерно 4 % от всей производимой в мире электроэнергии³⁰. В этой ситуации близость алюминиевых заводов к крупным сибирским ГЭС характеризуется значительными преимуществами. Во-первых, соседство промышленных и энергетических мощностей ведет к сокращению потерь электроэнергии. Во-вторых, ГЭС производят дешевую электроэнергию, что значительно сокращает издержки производства алюминия. В-третьих, электроэнергия, вырабатываемая ГЭС, характеризуется низкими выбросами CO₂, в результате чего существенно снижается углеродный след алюминия.



Использование электроэнергии ГЭС позволяет промышленным предприятиям существенно снижать углеродный след продукции. Так, использование электроэнергии Усть-Хантайской ГЭС и Курейской ГЭС позволяет развивать производство углеродно-нейтральной продукции на предприятиях ПАО «ГМК «Норильский никель». Модернизация Усть-Хантайской ГЭС (замена семи гидроагрегатов) уже позволила произвести первую партию углеродно-нейтрального

³⁰ <https://rusal.ru/en/clients/allow>.

никеля объемом 5 тыс. т³¹. В 2021 г. компания доставила первую партию углеродно-нейтральных никелевых катодов на сертифицированный Лондонской биржей металлов склад в Роттердаме. Планируемая замена всех пяти гидроагрегатов на Курейской ГЭС поможет нарастить выпуск углеродно-нейтральных металлов.

Прочие (неэнергетические) эффекты

- **Строительство ГЭС сопровождается иными, неэнергетическими эффектами. Наибольшее значение для экономики регионов может иметь противопаводковый эффект, который заключается в предотвращении или смягчении масштаба наводнений. Также гидроэнергетические объекты создают стратегический запас пресной воды, обеспечивают водоснабжение промышленности, сельского хозяйства и населения, развитие транспортной инфраструктуры в регионах, рыбного хозяйства и туризма.**

Противопаводковый эффект

В мире широко используется регулирование уровня воды во время паводков с помощью водохранилищ ГЭС, например, в США, Бразилии, Китае, Норвегии. Исследования указывают на высокую значимость дамб и водохранилищ объектов гидроэнергетики в смягчении последствий наводнений и уменьшении ущерба³².

Режимы работы водохранилищ рассчитываются с учетом сразу нескольких факторов, таких как: необходимость защиты от наводнений и паводков, обеспечение безопасной работы самой плотины, обеспечение выработки электроэнергии, обеспечение водоснабжения, водного транспорта, решение экологических вопросов.

В России вероятность наводнений существует в пределах практически всех крупных речных систем, прежде всего в Приморском крае, в бассейне Оки, Дона, Кубани, Терека, Тобола, на притоках Енисея и Лены, Амура, Волги. Масштабные снеговые и дождевые паводки возникают на крупных российских реках почти ежегодно. В 2021 г. паводками затронуто более 440 населенных пунктов в 63 регионах страны³³. Ежегодный ущерб от паводков в России оценивается от 40 до 70 млрд руб., а комплексная предупредительная работа обходится примерно в 6,5 млрд руб. в год³⁴. Целесообразнее предотвратить и уменьшить силу паводка, чем оплачивать ущерб. Строительство гидроэлектростанций является самым эффективным методом борьбы с паводками и дает возможность регулирования стока рек.

³¹ <https://www.nornickel.ru/news-and-media/press-releases-and-news/nornikel-zapustil-posle-modernizatsii-ust-khantayskuyu-ges-/type=releases>.

³² <https://www.nature.com/articles/s41467-020-20704-0#Abs1>.

³³ <https://tass.ru/proisshestviya/12077039>.

³⁴ <https://rg.ru/2021/03/20/rosvodresursy-pavodki-nanosiat-ushcherb-na-summu-do-70-mlrd-rublej-v-god.html>.

В России кроме существующих гидроэнергетических мощностей на крупных реках, существует большое количество нерегулируемых притоков крупных рек, которые возможно зарегулировать при строительстве новых гидроэнергетических мощностей без значимых экологических и социальных воздействий (в соответствии с принципами устойчивого развития), и, тем самым, существенно снизить риски возникновения катастрофических паводков и наводнений, аналогичных наводнениям 2013 г. на Дальнем Востоке и 2019 г. в Иркутской области.

Обеспечение водопользования и стратегического запаса чистой воды

Водохранилища ГЭС создают стратегический запас пресной воды и обеспечивают более 30 % потребности питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения. Водохранилища ГЭС создают стратегические запасы чистой воды.

Развитие транспорта

Строительство ГЭС обеспечивает косвенный эффект в виде развития транспортной инфраструктуры регионов, прежде всего автомобильных дорог. Дороги строятся, прежде всего, от ГЭС до ближайших населенных пунктов для перевозки пассажиров и грузов. Строительство ГЭС также может оказать положительное влияние на развитие водного транспорта: за счет зарегулирования стока может сократиться продолжительность периода ледостава (до 1 месяца и более), что приводит к увеличению грузопотока и пассажирооборота и увеличению скорости движения судов.

НИУ ВШЭ провел анализ³⁵ развития автомобильного и водного транспорта в результате строительства пяти крупных ГЭС. В результате было выявлено, за счет развития автомобильного (1398 км новых дорог) и водного транспорта потенциально возможный уровень пассажиропотока может достигнуть 4,46 млн чел./год, а уровень грузоперевозок – 13,4 млн т/год, что обеспечит дополнительный совокупный эффект по всем ГЭС в 10,8 млрд руб./год.

По оценкам НИУ ВШЭ, строительство ГЭС в расчете на 100 МВт установленной мощности ГЭС (на основе анализа ряда проектов ГЭС) может обеспечить следующие эффекты на транспорт: 70 тыс. чел./год – уровень пассажиропотока, 211 тыс. т/год – уровень грузооборота.

Развитие рыбного хозяйства

Строительство ГЭС позволяет в подавляющем большинстве объектов существенно повысить рыбопродуктивность. Анализ НИУ ВШЭ³⁶ по ряду проектов ГЭС показал, что рыбопродуктивность в результате строительства ГЭС может увеличиться более чем в 2 раза.

³⁵ НИУ ВШЭ. Обоснование необходимости развития гидроэнергетики РФ с учетом получаемых системных эффектов. Москва, 2022.

³⁶ НИУ ВШЭ. Обоснование необходимости развития гидроэнергетики РФ с учетом получаемых системных эффектов. Москва, 2022.

Прирост определяется следующим образом: разница между прогнозируемой рыбопродуктивностью площадь зеркала при нормальном подпорном уровне (НПУ) водохранилищ и исторической рыбопродуктивности современная площадь рек и озер в границах НПУ.

По оценкам НИУ ВШЭ, выручка от развития рыбного хозяйства в результате строительства ГЭС может составить около 20 млн руб./год в расчете на 100 МВт установленной мощности ГЭС (на основе анализа ряда проектов ГЭС), а рыбопродуктивность может составить 23 тонн/год.

Развитие рекреации и туризма

Водохранилища при ГЭС и сами ГЭС являются потенциальным центром притяжения туристов. Основные механизмы развития туризма – создание новых туристических баз на водохранилищах для туристов (рыболовство, путешествие по рекам, отдых) и появление потока туристов на самих ГЭС.

По оценкам НИУ ВШЭ на основе ряда проектов ГЭС, выручка от развития смежных отраслей в результате строительства и эксплуатации ГЭС, водохранилищ и развития сопутствующей инфраструктуры (туристических объектов, транспортной и водоснабжения) может составить около 40 млн руб./год в расчете на 100 МВт установленной мощности ГЭС (расчеты на основе анализа ряда проектов ГЭС).

Авторы



Татьяна Радченко

Первый вице-президент ЦСР



Александр Амирагян

Руководитель направления
«Экономика отраслей ТЭК» ЦСР



Сергей Колобанов

Заместитель руководителя направления
«Экономика отраслей ТЭК» ЦСР



Мария Монахова

Эксперт направления
«Экономика отраслей ТЭК» ЦСР



Ирина Поминова

Руководитель направления
«Климат и зеленая энергетика» ЦСР



Олег Колобов

Заместитель руководителя
направления «Климат
и зеленая энергетика» ЦСР

Для заметок

Для заметок



© 2022 Фонд «Центр стратегических разработок» (ЦСР). Все права защищены.
При использовании информации из документа ссылка на ЦСР обязательна.

Москва, 125009, Газетный пер., 3–5 стр. 1, 3 этаж
Тел: +7 (495) 725-78-06
Факс: +7 (495) 725-78-14
E-mail: info@csr.ru
csr.ru