

Ядерная энергетика доказала свою значимость как гибкий и надежный источник электроэнергии во время пандемии COVID-19

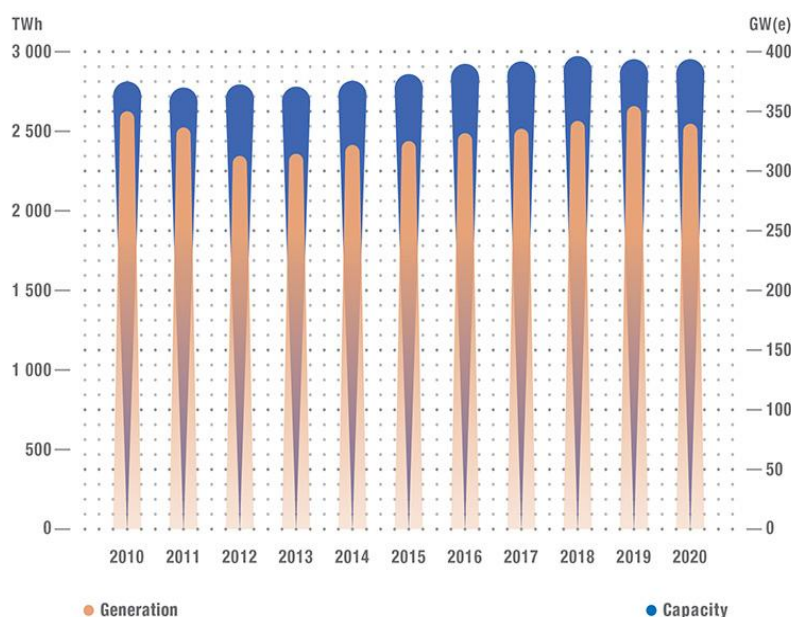
Марта М. Господарчик, Департамент ядерной энергии МАГАТЭ

PRIS Power Reactor Information System:
Past, Present and Future



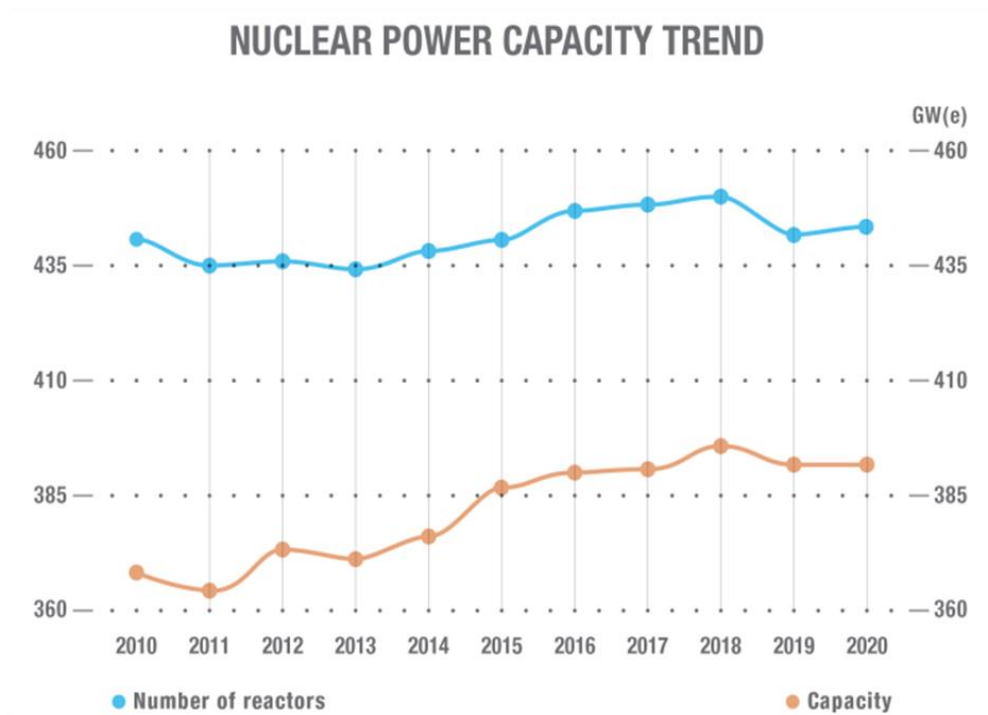
Во время пандемии COVID-19 операторы объектов ядерной энергетике по всему миру обеспечивали надежную работу атомных электростанций (АЭС). Об этом свидетельствуют данные по эксплуатации АЭС за 2020 год. Сегодня МАГАТЭ опубликовало ежегодные данные о состоянии ядерной энергетике за 2020 год, собранные в рамках [Информационной системы по энергетическим реакторам](#) (ПРИС) — общедоступной всеобъемлющей базы данных МАГАТЭ по ядерной энергетике. На протяжении всей пандемии COVID-19 использование имеющихся ядерных энергетических мощностей обеспечивало надежное электроснабжение с низким уровнем выбросов.

NUCLEAR CAPACITY UTILIZATION FOR ELECTRICITY GENERATION



Ограничение экономической и социальной активности во время вспышки COVID-19 в 2020 году привело к беспрецедентному устойчивому снижению спроса на электроэнергию: во многих странах оно составило 10% и более по сравнению с уровнем 2019 года. Это создало проблемы как для производителей электроэнергии, так и для операторов систем. Благодаря растущему вкладу возобновляемых источников энергии повысилась значимость низкоуглеродной электроэнергии, при этом ядерная энергетика доказала свою устойчивость, надежность и способность к адаптации. За счет своей гибкости ядерная энергетика показала, каким образом она может способствовать переходу к экологически чистой энергии.

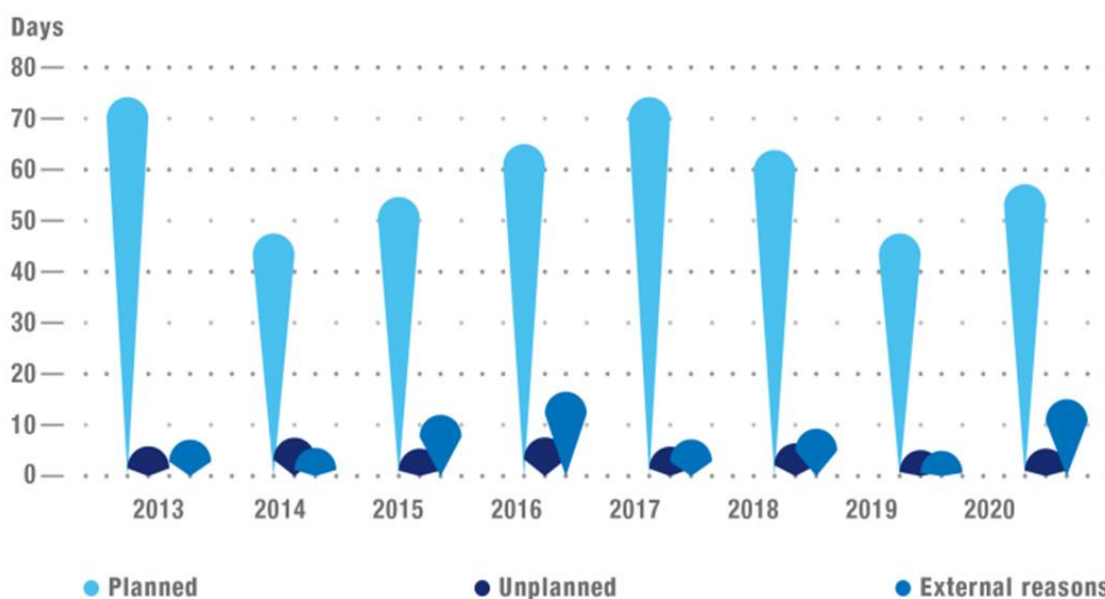
Седрик Левандовски, вице-президент и член исполнительного комитета компании EDF, возглавляющий ее Отдел ядерной и тепловой энергетике, отмечает, что во время карантина потребление электроэнергии во Франции упало примерно на 15%, при этом большая часть спроса была удовлетворена за счет АЭС, гидроэлектростанций и других возобновляемых источников энергии. Гибкость, обеспечиваемая атомными электростанциями, нашла широкое применение: число колебаний нагрузки выросло на 50% по сравнению с аналогичным периодом 2019 года.



По состоянию на конец декабря 2020 года 442 действующих ядерных энергетических реактора в 32 странах вырабатывали в общей сложности 392,6 ГВт (эл.). В целом с 2011 года объем ядерно-энергетических мощностей постепенно увеличивался: благодаря подключению новых энергоблоков к сети и модернизации существующих реакторов было добавлено около 23,7 ГВт (эл.) мощности.

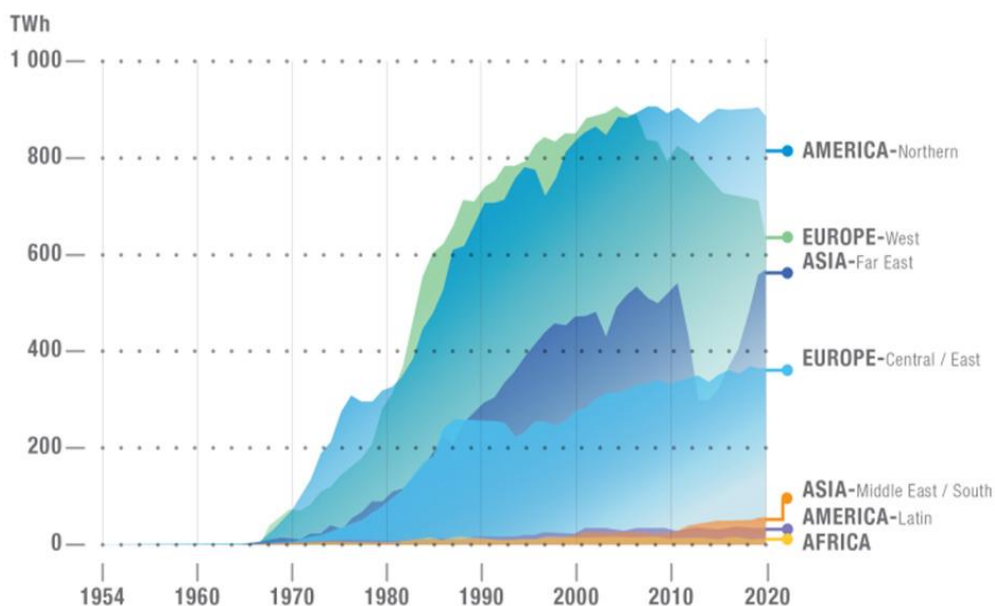
В течение года операторы уделяли приоритетное внимание дальнейшей эксплуатации АЭС, защите персонала и применению инновационных подходов к организации работы. Согласно имеющимся в ПРИС данным об опыте эксплуатации за 2020 год, пандемия не привела к вынужденным остановам и не оказала прямого влияния на эксплуатацию АЭС. Однако пандемия повлияла на графики плановых отключений для перегрузки и технического обслуживания из-за перебоев в цепи поставок, ограничений на поездки или ограничений на допуск внешнего персонала на площадки.

FULL OUTAGE DURATION - AVERAGE DAYS PER YEAR



Незапланированные остановки по внешним причинам, например вызванные значительным снижением спроса на электроэнергию, в среднем увеличились до 15 дней в 2020 году по сравнению с 5 днями в 2019 году. Гибкая эксплуатация АЭС, а в некоторых случаях и полные кратковременные остановки позволяли удовлетворять потребности операторов электросетей и продемонстрировали возможность интеграции ядерной энергетики в устойчивые энергетические системы будущего, которые, как ожидается, будут в значительной степени опираться на гибкие технологии генерации базовой нагрузки.

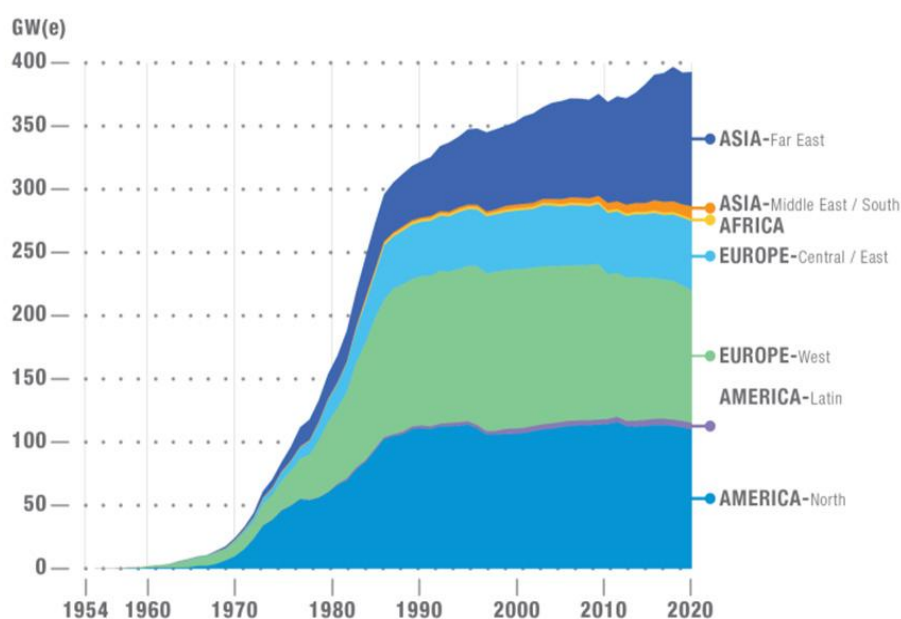
REGIONAL ELECTRICITY GENERATION OVER TIME



В течение 2020 года ядерные энергетические реакторы произвели 2553,2 ТВт·ч электроэнергии с низким уровнем выбросов, подачу которой можно регулировать в зависимости от спроса. Это составляет около 10% от общего

объема глобальной генерации и почти треть мирового производства низкоуглеродной электроэнергии. В 2020 году выработка атомной энергии была несколько ниже по сравнению с 2019 годом, когда ядерные реакторы во всем мире произвели 2657,1 ТВт·ч. Снижение выработки атомной энергии произошло в Африке из-за уменьшения спроса на электроэнергию и в Северной Америке и Западной Европе вследствие сокращения спроса и выбытия мощностей. При этом наблюдаемая на протяжении последних лет тенденция к постоянному увеличению выработки атомной энергии не меняется: с 2012 года рост составил более 8%.

REGIONAL NUCLEAR POWER CAPACITY OVER TIME



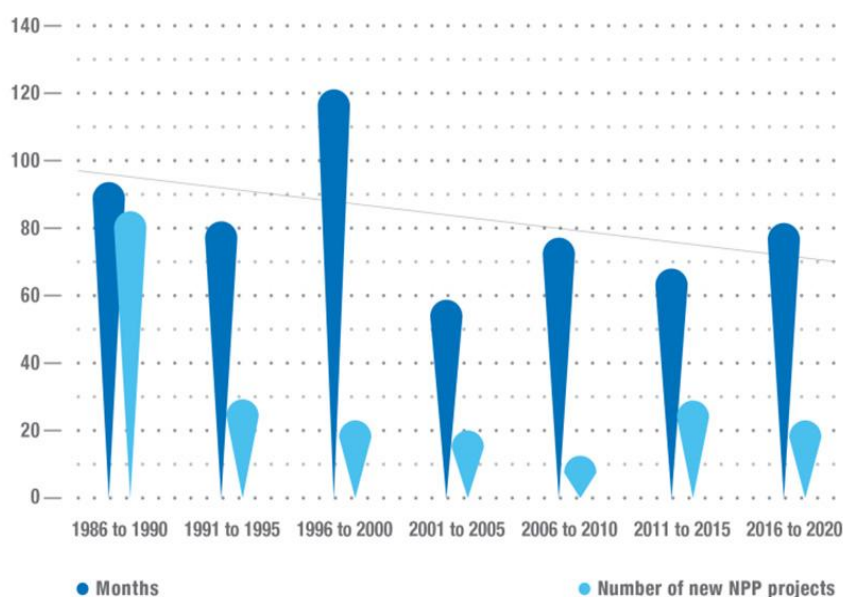
В 2020 году по сравнению с предыдущим годом генерирующие мощности во всем мире немного увеличились — на 0,5 ГВт (эл.), но при этом один реактор был выведен из эксплуатации. В краткосрочной и долгосрочной перспективе наибольший рост ожидается в Азии, где по состоянию на конец 2020 года строились 34 реактора с совокупной мощностью примерно 34,6 ГВт (эл.).

NEW CAPACITY ADDED AND OPERATIONAL CAPACITY REMOVED



Дополнительные мощности и подключенные к сети энергоблоки. В 2020 году к сети были подключены пять новых реакторов с водой под давлением (PWR) с суммарной мощностью 5,5 ГВт (эл.). В 2019 году больше всего новых АЭС (более 77%) было введено в эксплуатацию в Азии, а в 2020 году этот показатель для Азии составил 36% (2 ГВт (эл.)): в Китае к сети были подключены пятый энергоблок АЭС «Фуцин» (1000 МВт (эл.)) и пятый энергоблок АЭС «Тяньвань» (1000 МВт (эл.)). В 2020 году более 44% новых мощностей (свыше 2,4 ГВт (эл.)) было введено в строй в двух странах, ранее не имевших опыта эксплуатации АЭС: в Беларуси начала работать Белорусская АЭС (первый энергоблок, 1110 МВт (эл.)), а в Объединенных Арабских Эмиратах — АЭС «Барака» (первый энергоблок, 1345 МВт (эл.)). В России в октябре 2020 года к сети был подключен второй энергоблок Ленинградской АЭС-2 (суммарной мощностью 1066 МВт (эл.)). Он заменил второй энергоблок Ленинградской АЭС (925 МВт (эл.)), который был окончательно остановлен в ноябре 2020 года после 45 лет эксплуатации.

WORLDWIDE MEDIAN CONSTRUCTION TIME IN MONTHS



Строительство новых установок. В последние годы строительство новых установок продолжалось прежними темпами, при этом в 2020 году по сравнению с тремя предыдущими годами рост был более медленным. По состоянию на конец 2020 года в 19 странах строились 52 ядерных энергетических реактора с совокупной мощностью более 54,4 ГВт (эл.), причем в двух странах эти реакторы были первыми в истории. В деле строительства новых реакторов лидером по-прежнему является Азия: с 2005 года к сети в этом регионе были подключены в общей сложности 64 реактора с суммарной мощностью 58,5 ГВт (эл.). В 2020 году началось строительство четырех реакторов с водой под давлением: трех в Китае (первый энергоблок АЭС «Санаоцунь» (1117 МВт (эл.)), второй энергоблок АЭС «Тайпинлин» (1116 МВт (эл.)) и второй энергоблок АЭС «Чжанчжоу» (1126 МВт (эл.)) и одного в Турции (второй энергоблок АЭС «Аккую» (1114 МВт (эл.))).

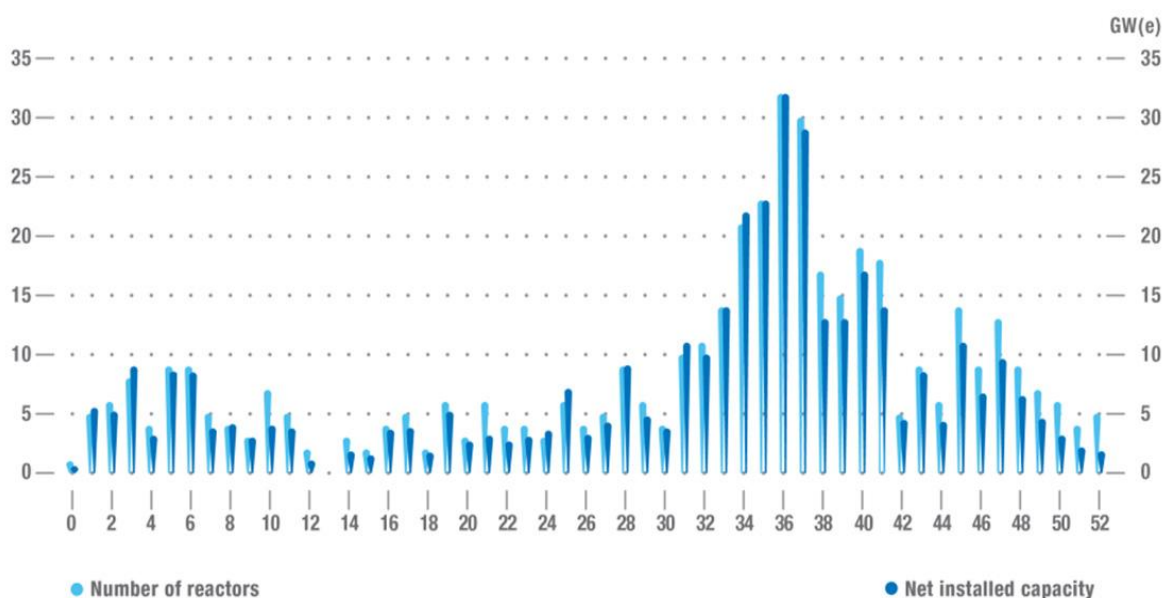
Вывод мощностей и постоянные остановы. В 2020 году во всем мире были окончательно остановлены шесть реакторов (5,2 ГВт (эл.)). В России в ноябре был остановлен второй энергоблок Ленинградской АЭС (925 МВт (эл.)). В Соединенных Штатах в апреле и октябре соответственно были остановлены два реактора, прослужившие более 46 лет каждый, — второй энергоблок АЭС «Индиан-Пойнт» (998 МВт (эл.)) и первый энергоблок АЭС «Дуэйн-Арнольд» (601 МВт (эл.)). Во Франции в феврале и июне соответственно были закрыты два старейших ядерных реактора страны — первый и второй энергоблоки АЭС «Фессенхайм» мощностью 880 МВт (эл.) каждый. Оба они эксплуатировались более 42 лет. В Швеции в последний день 2020 года был закрыт первый энергоблок АЭС «Рингхальс» (881 МВт (эл.)), проработавший более 46 лет.

Типы эксплуатируемых реакторов. По состоянию на конец 2020 года примерно 89,5% действующих ядерно-энергетических мощностей приходилось на реакторы с легководным замедлителем и теплоносителем, 6% — на реакторы

с тяжеловодным замедлителем и теплоносителем, 2% — на легководные реакторы с графитовым замедлителем и 2% — на газоохлаждаемые реакторы. Оставшиеся 0,5% — это три реактора на быстрых нейтронах с жидкометаллическим теплоносителем с совокупной мощностью 1,4 ГВт (эл.).

Неэлектрические применения. Что касается неэлектрических применений ядерной энергии, то в 2020 году 64 ядерных энергетических реактора в 10 странах произвели 3396,4 ГВт·ч теплового эквивалента электрической энергии. Свыше 92% неэлектрических применений приходилось на Европу, где 56 реакторов выработали 1999,4 ГВт·ч теплового эквивалента электрической энергии для нужд централизованного теплоснабжения и 1231,7 ГВт·ч для технологического нагрева. Оставшиеся 8% — это произведенные 8 реакторами в Азии 34,7 ГВт·ч теплового эквивалента электрической энергии для опреснения воды и 130,6 ГВт·ч для технологического нагрева.

AGE DISTRIBUTION OF OPERATIONAL CAPACITY

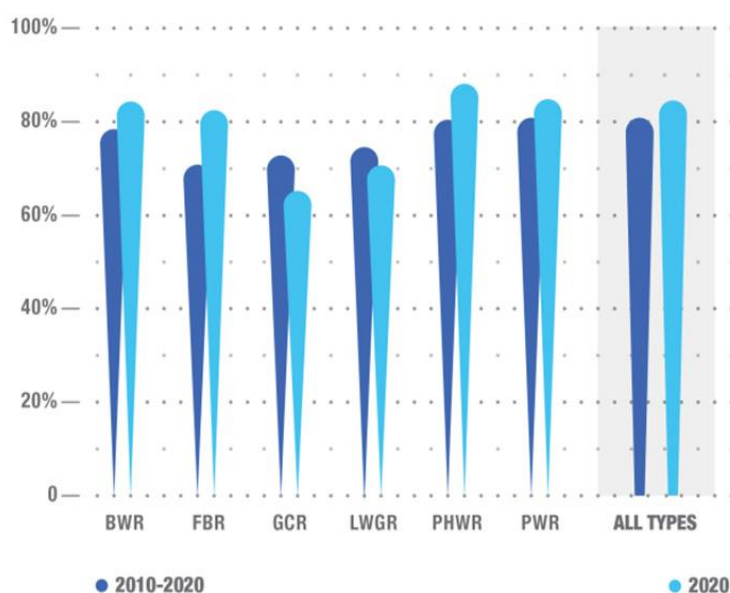


Сроки эксплуатации. По состоянию на конец 2020 года АЭС вырабатывали энергию вот уже более 66 лет, и совокупный срок эксплуатации во всем мире составил 18 772 реакторо-года: 634 реактора в 35 странах имели суммарную мощность 479,9 ГВт (эл.). Из них 192 реактора с совокупной мощностью 87,2 ГВт (эл.) были окончательно остановлены.

Свыше 67% всех реакторных мощностей (256,3 ГВт (эл.), 296 реакторов) находятся в строю более 30 лет, 20% (104 реактора) — более 40 лет, а 1% — более 50 лет. Стареющие АЭС необходимо заменять новыми или модернизированными ядерными установками, чтобы компенсировать запланированное выбытие мощностей. Энергопредприятия, правительства и другие заинтересованные стороны вкладывают средства в программы долгосрочной эксплуатации и управления старением все большего числа

ядерных энергетических реакторов во всем мире, чтобы обеспечить их устойчивую работу и постепенный переход к новым мощностям.

LOAD FACTOR BY REACTOR TYPE



Производительность энергоблоков. Несмотря на устаревание, действующие АЭС продолжают демонстрировать высокие показатели общей надежности и производительности. Коэффициент использования установленной мощности — это отношение фактической энерговыработки реакторной установки к потенциальной энерговыработке при работе на паспортной (предельной) мощности в течение года. Высокий коэффициент свидетельствует о хороших эксплуатационных характеристиках. В 2020 году средний коэффициент использования мощности во всем мире составил 84,6%, что соответствует уровню последних лет.

Еще одним показателем, позволяющим измерять производительность ядерных реакторов, является коэффициент эксплуатационной готовности (КЭГ) — отношение энергии, которую можно было бы произвести с использованием имеющейся мощности в течение определенного периода времени, к энергии, которую можно было бы произвести на предельной мощности. В 2020 году средневзвешенный КЭГ составлял 76%, при этом половина ядерных реакторов работала с КЭГ выше 87%.

UNPLANNED TOTAL AUTOMATIC AND MANUAL SCRAMS RATE



Ядерные энергетические реакторы становятся все более надежными и безопасными. Приведенный выше график свидетельствует о том, что с 2003 года постепенно сокращается количество внеплановых остановов в ручном режиме и аварийных остановов в автоматическом режиме на каждые 7000 часов (приблизительно один год) эксплуатации в расчете на энергоблок. Уменьшение числа внеплановых остановов — это результат постоянного совершенствования эксплуатации и технического обслуживания АЭС.

Согласно последним прогнозам МАГАТЭ в отношении ядерных мощностей, ядерная энергетика продолжит играть ключевую роль в мировом низкоуглеродном энергобалансе, а при оптимистическом сценарии объем ядерно-энергетических мощностей во всем мире к 2050 году удвоится. Мировая ядерная энергетика доказала свое умение гибко работать во время пандемии; кроме того, она продолжает играть важнейшую роль в устойчивом смягчении последствий изменения климата.

Более подробные статистические данные по ядерной энергетике и соответствующие графики имеются в [базе данных ПРИС](#) Агентства. МАГАТЭ занимается развитием и ведением ПРИС с 1969 года, опираясь на информацию, поступающую от официально назначенных партнеров в различных странах мира.

Кроме того, на основе данных ПРИС готовятся три ежегодные публикации МАГАТЭ:

- *«Operating Experience with Nuclear Power Stations in Member States» («Опыт эксплуатации АЭС в государствах-членах»)*, в которой содержится многолетняя информация об эксплуатационных характеристиках отдельных АЭС в течение срока их службы и приводятся соответствующие цифры;

- *«Nuclear Power Reactors in the World» («Ядерные энергетические реакторы в мире»)*, *Reference Data Series No. 2 (RDS-2)*, в которой представлены самые последние данные по реакторам, имеющиеся в распоряжении МАГАТЭ, и обобщена информация об эксплуатируемых, строящихся и остановленных реакторах на конец 2019 года, а также приведены данные об их производительности и технических характеристиках;
- *инфографика ПРИС «Nuclear Power Status» («Положение дел в ядерной энергетике»)*, дающая наглядное представление о состоянии мировой ядерной энергетики. В ней в обобщенном виде представлены изменения в статусе, региональные статистические данные, информация об опыте эксплуатации, статистические данные по странам и другие ключевые факты.

Примечания:

- Статистика эксплуатации АЭС не содержит данных об отключениях французских реакторных установок, поскольку информация по этим установкам на момент публикации отсутствовала.
- В настоящую публикацию включены информация и данные, полученные МАГАТЭ за период до 1 июня 2021 года включительно. Любые изменения, информация о которых была получена после этой даты, отражены в базе данных ПРИС.