



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Мониторинг событий, оказывающих существенное влияние на функционирование и развитие мировых энергосистем

29.11.2024 – 05.12.2024



Американская NERC представила оценку балансовой надежности энергосистем США на текущий зимний период

Североамериканская корпорация по надежности электроснабжения (North American Electric Reliability Corporation, NERC) опубликовала очередной ежегодный прогнозный отчет об обеспечении балансовой надежности и формировании оперативных резервов мощности на зимний период 2024-2025 гг. (2024-2025 Winter Reliability Assessment, WRA 2024-2025).

В случае экстремальных холодов многие регионы США (включая операционные зоны техасского ERCOT, SPP¹, MISO² и PJM³) могут столкнуться с рисками для балансовой надежности. NERC также прогнозирует увеличение потребления в большинстве регионов не менее чем на 2% по сравнению с прошлой зимой. Одной из основных причин возможного дефицита мощности в некоторых регионах является вывод из эксплуатации традиционной генерации, даже в регионах, где наблюдается рост диспетчируемых ресурсов (в основном газовых ТЭС), велика вероятность возникновения дефицита, так как новая генерация не покрывает растущую нагрузку потребления.



Ключевые выводы NERC состоят в следующем:

1. В зоне MISO закрытие угольных и газовых ТЭС совокупной мощностью свыше 5 ГВт способствовало снижению доступных ресурсов, которое будет частично компенсировано поставками мощности из соседних регионов (в

¹ Корпорация Southwest Power Pool (SPP) выполняет функции системного оператора, в операционную зону которого входят полностью или частично штаты Монтана, Миннесота, Северная Дакота, Южная Дакота, Вайоминг, Небраска, Айова, Канзас, Миссури, Оклахома, Арканзас, Нью-Мексико, Луизиана, Техас.

² Системный оператор Среднего Запада и Юга, в операционную зону которого входят полностью или частично штаты Монтана, Северная Дакота, Южная Дакота, Миннесота, Висконсин, Мичиган, Иллинойс, Индиана, Миссури, Кентукки, Арканзас, Миссисипи, Луизиана, Техас.

³ Системный оператор штатов Восточного побережья, в операционную зону которого входят полностью или частично округ Колумбия и штаты Делавэр, Иллинойс, Индиана, Кентукки, Мэриленд, Мичиган, Нью-Джерси, Северная Каролина, Огайо, Пенсильвания, Теннесси, Виргиния, Западная Виргиния.



объеме 2 ГВт) и прогнозируемым снижением максимума потребления активной мощности на 4 ГВт относительно показателя прошлого года. На фоне закрытия объектов традиционной генерации и увеличения зависимости от выработки ВЭС и поставок из соседних регионов риск возникновения дефицита увеличился.

2. В зоне NPPC-Maritimes объем резервов снизился на 4,6%, поскольку прогнозируемый максимум потребления вырос более чем на 5,5% (+300 МВт). К снижению совокупного объема доступных мощностей привело также снижение мощности нагрузки гидрогенерации в зимний период. Прогнозируемый рост потребления может ухудшить ситуацию с наличием достаточных запасов топлива и привести к возникновению аварийных ситуаций.
3. В зоне NPPC-New England суммарная мощность диспетчируемых ТЭС снизилась на 2,6 ГВт, прогнозируемый максимум потребления увеличился на 0,6 ГВт (+3%). В течение текущего года прирост новой генерации был обеспечен преимущественно за счет ВЭС и СЭС (+550 МВт), выработка которых снижается зимой. Поэтому возможные ограничения поставок природного газа могут привести к дефициту мощности при пиковом спросе.
4. В зоне NPPC-New York прогнозируемый объем резервов (Anticipated Reserve Margin, ARM) остается значительно выше нормируемого (Installed Reserve Margin, IRM) – 64,3% против 22,0%, несмотря на сокращение совокупного объема ресурсов по сравнению с прошлой зимой (-2,6 ГВт). В периоды экстремальных холодов вероятны риски для надежности в случае сбоев с дополнительными поставками природного газа или в работе газопроводов.
5. В зоне PJM, несмотря на увеличение прогнозируемого зимнего максимума потребления на 3,2 ГВт (+2,5%), отмечается незначительное увеличение объема резервов мощности за счет увеличения импортных поставок и объема DR-услуг. Исторически в структуре генерации преобладающую долю занимают ТЭС на природном газе – в 2023 г. их доля превышала 44,1%. Хотя в настоящее время PJM не ожидает проблем с системной надежностью, доступная мощность ресурсов может уменьшиться в случае неблагоприятного исхода судебных разбирательств по проекту расширения регионального газопровода, который прямо или косвенно обеспечивает топливоснабжение до 20 ГВт мощности газовой генерации.
6. В зоне SERC-East снижение прогнозируемого максимума потребления будет способствовать увеличению резервов мощности на 0,6%. Могут возникнуть сложности с покрытием зимнего максимума из-за вывода из эксплуатации 1 ГВт мощности тепловой генерации (в основной угольных ТЭС) и замещения их СЭС. Сильные холода могут стать причиной аварийных ситуаций из-за перебоев с поставками топлива, вынужденными отключениями генерации и ростом спроса на электроэнергию.
7. В зоне ERCOT риски возникновения дефицита мощности обусловлены в первую очередь темпами роста потребления, опережающими темпы вводов новой генерации. Чистое внутреннее потребление выросло более чем на 2 ГВт по сравнению с 2023 г. Совокупная мощность ВЭС и СЭС увеличилась более чем на 3 ГВт (при этом совокупная мощность новых диспетчируемых ресурсов увеличилась лишь на 1 ГВт). В ноябре 2023 г. ERCOT ввел новую



рыночную услугу по обеспечению фиксированных поставок топлива, что должно частично компенсировать возможные отключения генерации при перебоях с плановыми поставками природного газа.

8. В зоне SPP прогнозируемый ARM увеличился на 5% по сравнению с 2023 г. и составил 44%. Прогнозный зимний максимум потребления увеличился на 1,8 ГВт, в то время как суммарная мощность парка доступной генерации снизилась на 4 ГВт, из которых почти 2 ГВт – снижение мощности ВЭС и СЭС в зимний период. В то же время суммарная мощность станций на природном газе за текущий год увеличилась на 2,6 ГВт. При благоприятных погодных условиях возможный дефицит может быть устранен увеличением нагрузки ветрогенерации, доля которой составляет 8%, однако при слабой ветровой активности возможно возникновение рисков для балансовой надежности.

NERC выдал рекомендации по снижению рисков возникновения дефицита. Кроме того, NERC и его региональные организации продолжают разработку стандартов надежности по подготовке коммунальных энергосбытовых предприятий к зиме – в прошлом месяце вступил в силу стандарт Extreme cold weather preparedness and operations (EOP-012-2), разработка следующего должна быть завершена в 2025 г.

Официальный сайт NERC
<https://www.nerc.com>

Американские системные операторы оценили готовность своих энергосистем к прохождению текущего зимнего периода

Ряд американских системных операторов опубликовали результаты оценки балансовой надежности энергосистем в своей операционной зоне в текущий зимний период.

По данным системного оператора штата Нью-Йорк NYISO, зимний максимум потребления активной мощности составит 23 800 МВт при располагаемой мощности генерации 29 514 МВт (совокупный объем доступных ресурсов составит 41 321 МВт). Прошлой зимой максимум потребления был зафиксирован 17 января 2024 г. и составил 22 754 МВт, исторический зимний максимум 25 738 МВт зарегистрирован 7 января 2014 г.

По данным MISO, зимний максимум прогнозируется на уровне 107 ГВт при 122 ГВт располагаемой мощности генерации в нормальных погодных условиях. Зимние температуры в зоне MISO ожидаются пределах нормы на севере и чуть выше нормы в центральной части и на юге региона. Исторический зимний максимум потребления 109 ГВт в зоне MISO был зафиксирован 6 января 2017 г.

По информации PJM, при ожидаемом максимуме потребления $\approx 141\,200$ МВт располагаемая мощность генерации превышает 179 800 МВт, а ожидаемые поставки мощности из соседних регионов составят 5 500 МВт. Исторический зимний максимум потребления в зоне PJM зафиксирован 20 февраля 2022 г. и составляет 143 295 МВт.

По данным ISO New England, зимний максимум в нормальных погодных условиях и при сильных холодах (при 10% превышении нормы) составят 20 308 МВт и 21 089 МВт соответственно. ISO-NE отмечает, что предстоящей зимой риски для надежности, обусловленные снижением на 3 900-4 800 МВт располагаемой мощности генерации (в том числе из-за снижения поставок природного газа при отключении газопроводов в неблагоприятных погодных условиях) могут быть демпфированы за



счет рыночных механизмов, стимулирующих экономию топлива и пополнение его запасов. Кроме этого, при возникновении рисков аварийных ситуаций системный оператор готов прибегнуть к превентивным мерам (сокращение экспортных и увеличение импортных поставок, отмена ограничений на выбросы CO₂ и выпуск аварийных оповещений о необходимости снижения потребления).

SPP рассчитывает на достаточный объем располагаемой мощности для покрытия ожидаемого потребления. Прогнозы погоды, прогнозируемый максимум (46,92 ГВт) и объем доступной генерации (63,88 ГВт) указывают на то, что в регионе будет наблюдаться значительное преобладание (на 40%) предложения над спросом по сравнению с предыдущими двумя зимами.

Официальные сайты ISO-NE, SPP, NYISO, PJM, MISO
www.iso-ne.com, www.spp.org, www.nyiso.com, www.pjm.com, www.misoenergy.org

Подписано соглашение о сотрудничестве прибалтийских системных операторов после синхронизации с энергосистемами континентальной Европы

Системные операторы Литвы Litgrid, Латвии AST и Эстонии Elering подписали соглашение, определяющее принципы сотрудничества системных операторов после присоединения Прибалтики к синхронной зоне стран континентальной Европы.

Соглашение вступит в силу с момента синхронизации энергосистем с энергообъединением континентальной Европы, которое запланировано на 9 февраля 2025 г. Целью является обеспечение надежной работы, оптимального управления и технического развития энергосистем стран Прибалтики. Соглашение обеспечит правовую основу для сотрудничества по вопросам, которые не охватываются системными кодексами или рамочным соглашением о синхронизации.

Прибалтийская синхронная зона станет одной из пяти в энергообъединении. Другие четыре зоны образуют энергосистемы скандинавских стран, Центральной Европы, Юго-Восточной Европы и Юго-Западной Европы.

На поддержку проекта синхронизации ЕС выделяет около € 1,2 млрд евро, что покрывает до 75% расходов по проекту.

Официальный сайт Elering
<https://www.elering.ee>

Британский Ofgem одобрил пять проектов подводных соединений в Северном море

Британский отраслевой регулятор Ofgem одобрил пять крупномасштабных проектов строительства подводных электрических соединений в целях выдачи мощности кластеров шельфовых ВЭС в Северном море. Новые соединения также обеспечат возможность передачи не востребовавшей британскими потребителями электроэнергии, выработанной шельфовыми ВЭС, в крупные центры потребления в других странах (к 2030 г. Великобритания рассчитывает стать экспортером электроэнергии). К числу одобренных проектов относятся:

- соединение Tarchon Energy Interconnector 1,4 ГВт протяженностью 610 км между Восточной Англией и Нидерландами (Германия);
- соединение Mares Connect 750 МВт протяженностью 190 км между Уэльсом и Ирландией;



- межсистемное соединение LirIC 700 МВт протяженностью 142 км между Килрутом (Северная Ирландия) и Хантерстоном в Айршире (Шотландия);
- «гибридное» соединение Nautilus⁴ 1,4 ГВт протяженностью 200 км между о. Грэйв в графстве Кент (Англия) и Бельгией;
- «гибридное» соединение LionLink 1,8 ГВт с Нидерландами.

На текущий момент в мире введено в эксплуатацию всего одно «гибридное» соединение – Kriegers Flak пропускной способностью 400 МВт в Балтийском море, между Данией и Германией. В рамках проекта сначала были электрически соединены немецкие шельфовые ВЭС Baltic 1 (48 МВт) и Baltic 2 (288 МВт), в 2021 г. к ним присоединилась датская шельфовая ВЭС Kriegers Flak (604 МВт), расположенная менее чем в 30 км от ВЭС Baltic 2. При успешной реализации проектов Nautilus и LionLink Великобритания займет лидирующие позиции в области применения «гибридных» технологий.

Все одобренные Ofgem соединения должны быть введены в эксплуатацию к концу 2032 г., тогда в Великобритании будет действовать 14 трансграничных, в том числе гибридных, и межсистемных соединений⁵.

Официальный сайт Ofgem
<http://www.ofgem.gov.uk>

Американская FERC отменила плату за реактивную мощность в пределах установленного диапазона изменения коэффициента мощности

Федеральная комиссия по регулированию энергетики (FERC) США, вопреки возражениям производителей электроэнергии, запретила производить выплаты владельцам электростанций за поставки реактивной мощности в пределах установленного диапазона изменения коэффициента мощности.

По мнению FERC, это гарантирует, что поставщики услуг по передаче электроэнергии не будут взимать с потребителей не имеющую достаточного экономического обоснования плату за поставки реактивной мощности, которая не требуется для поддержания качества электроэнергии. В результате выдаваемая в сеть генерирующей установкой реактивная мощность будет оплачиваться только в случае выдачи ее по запросу поставщика услуг по передаче электроэнергии и за пределами диапазона изменения коэффициента мощности, установленного в договоре о техприсоединении.

По данным FERC, только PJM, ISO-NE и NYISO оплачивают производителям реактивную мощность, выдаваемую в пределах установленных диапазонов изменения коэффициента мощности. Например, в 2023 г. PJM выплатил \$ 388 млн долларов, NYISO – \$ 75 млн, ISO-NE – \$ 18 млн.

⁴ В Великобритании проекту строительства Nautilus присвоен статус инфраструктурного проекта национального значения (Nationally Significant Infrastructure Project, NSIP). Проект также включен в список «проектов общего интереса» ЕС (Projects of Common Interest, PCI).

⁵ На текущий момент введено в эксплуатацию 9 трансграничных и межсистемных соединений: 3 между Великобританией и Францией – IFA 1, IFA 2 и ElecLink суммарной пропускной способностью 4 ГВт; и по 1 между Великобританией и Нидерландами – BritNed 1 ГВт; между Великобританией и Бельгией – Nemo Link 1 ГВт; 1 между Великобританией и Северной Ирландией – Moyle 500 МВт; между Великобританией и Республикой Ирландия – East West 500 МВт; между Великобританией и Норвегией – NSL 1,4 ГВт; между Великобританией и Данией – Viking Link 1,4 ГВт.



Противники решения FERC заявляют, что FERC ошибается, утверждая, что обеспечение выдачи реактивной мощности в пределах установленного диапазона изменения коэффициента мощности требует минимальных затрат.

Информационно-аналитический ресурс Utility Dive
<http://www.utilitydive.com>

American Electric Power, Dominion Energy Virginia и FirstEnergy заинтересованы в реализации совместных проектов в операционной зоне PJM

Американские коммунальные бытовые компании American Electric Power (AEP), Dominion Energy Virginia (DEV) и FirstEnergy (FE) выступили с заявлением о заинтересованности в реализации совместных проектов строительства сетевой инфраструктуры, вошедших в ежегодно обновляемый план PJM по расширению региональной электрической сети (RTEP).

В RTEP PJM отбирает проекты строительства/модернизации, необходимые для поддержания надёжности передающей сети, улучшения экономических показателей за счёт снижения ее перегруженности, а также проекты, обеспечивающие условия для подключения к сети новых производителей и коммерческих потребителей. Определив базовые потребности в укреплении/расширении передающей сети, PJM запускает конкурсный процесс отбора предложений для удовлетворения этих потребностей. Первый этап отбора проектов в RTEP стартовал в середине июля и завершился в середине сентября текущего года.

Три компании-лидеры в отрасли, чьи зоны обслуживания граничат друг с другом, готовы разрабатывать более совершенные и экономичные решения для эффективного устранения проблем с надёжностью электроснабжения в зоне PJM, так как совместные проекты носят более комплексный характер и будут более эффективными, чем реализуемые самостоятельно.

В число поданных в рамках первого этапа заявок вошли в том числе 18 проектов соединений, пересекающих зоны обслуживания DEV, AEP и FE, которые отвечают требованиям трех компаний к совместным проектам. Шесть из них заявлены PJM как совместные, а еще восемь из предложенных в рамках первого этапа строительства новых ЛЭП и ПС 765 кВ, 500 кВ, 230 кВ с похожими описаниями могут дополнить предложенный PJM список.

Информационно-аналитический ресурс Utility Dive
<https://www.utilitydive.com>

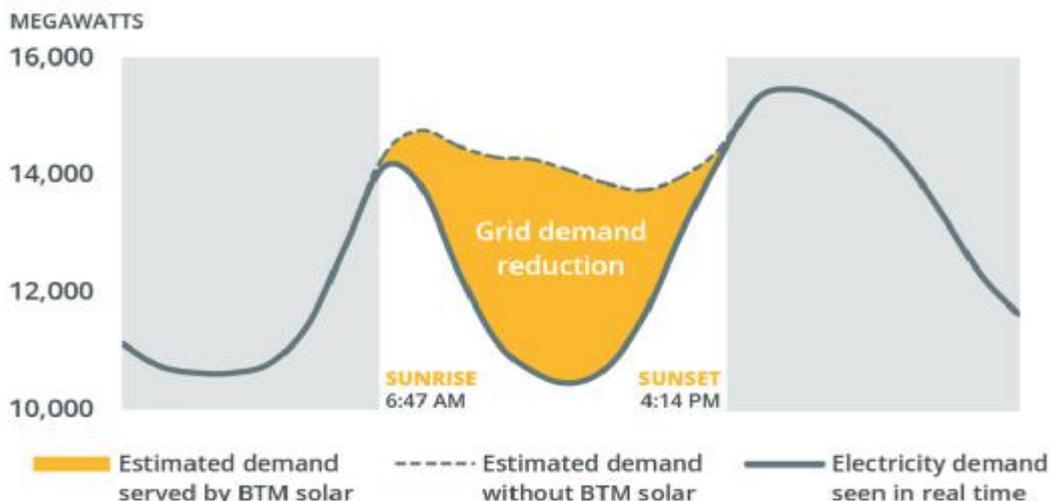
Системный оператор Новой Англии в 100-й раз за текущий год зафиксировал суточный график нагрузки в форме «утиной кривой»

25 ноября 2024 г. ISO-NE в 100-й раз за текущий год зафиксировал суточный график нагрузки в форме, напоминающей силуэт утки. Такая форма графика нагрузки получила название «утиная кривая».

Ситуация обусловлена покрытием значительной части спроса в Новой Англии в дневное время фотоэлектрическими установками, не участвующими в формировании диспетчерского графика нагрузок (Behind-the-Meter Photovoltaic, BTM PV), за счет чего снижается потребление электроэнергии из региональной сети централизованного электроснабжения:



Grid demand reduction from BTM PV, November 25



ISO-NE отмечает, что с 2018 г., когда суточная «утиная кривая» зафиксирована в первый раз, количество дней, в которые фиксируется такая форма графика, непрерывно растет. В позапрошлом году зафиксировано 45 случаев, в прошлом – 73, и есть вероятность, что до конца года это число еще вырастет.

Информационно-аналитический ресурс ISO NEswire
<https://isonewswire.com>

Министерство энергетики и Министерство сельского хозяйства США выделили кредиты в размере \$ 2,8 млрд и \$ 1,3 млрд на перезапуск АЭС Palisades

Управление кредитных программ Министерства энергетики США (DoE) одобрило выделение кредита в размере \$ 1,5 млрд, а Министерство сельского хозяйства (USDA) – в размере \$ 1,3 млрд, для перезапуска АЭС Palisades. Весной текущего года на перезапуск АЭС Palisades DoE был выделен кредит в размере \$ 1,52 млрд.

АЭС Palisades установленной мощностью 800 МВт была остановлена в мае 2022 г. из-за тяжелой финансовой ситуации, а в июне 2022 г. ее приобрела компания Holtec. Если Комиссия по ядерному регулированию (NRC) США одобрит необходимые лицензии, АЭС Palisades пройдет модернизацию и сможет эксплуатироваться до 2051 г.

В 2023 г. Holtec заключила долгосрочный договор о поставках электроэнергии, вырабатываемой АЭС Palisades, с энергосбытовыми кооперативами Wolverine Power Cooperative (435 МВт) и Hoosier Energy (396 МВт), обеспечивающими энергоснабжение потребителей в штатах Мичиган, Иллинойс и Индиана. Holtec ранее в рамках работ по перезапуску АЭС направила три заявки в NRC на продление лицензии на эксплуатацию АЭС Palisades. Повторный запуск АЭС Palisades запланирован в 2025 г. В планы компании также входит строительство двух малых модульных ядерных реакторов суммарной мощностью 800 МВт на площадке АЭС Palisades.

Официальный сайт Utility Dive
<http://www.utilitydive.com>



Американское Бюро по управлению государственными и общественными землями одобрило проект строительства ГеоЭС Cape Station

Американское Бюро по управлению государственными и общественными землями (Bureau of Land Management, BLM) одобрило проект строительства ГеоЭС Cape Station, реализуемый компанией Fervo Energy⁶. ГеоЭС установленной мощностью 2 ГВт планируется разместить на площади 2,55 км² (из которых 0,6 км² государственные земли) в округе Бивер (штат Юта). BLM отмечается отсутствие существенного влияния проекта на окружающую среду. Кроме того, BLM предложило внести ряд исключений в положения Национального закона об экологической политике, чтобы ускорить развитие геотермальной энергетики.



Ранее, в сентябре текущего года, Fervo Energy провела успешные испытания производительности первой из уже пробуренных 15 скважин на площадке ГеоЭС Cape Station (всего планируется пробурить около 320 скважин). Максимальный выход высокотемпературного пара, зафиксированный на первой скважине, составил 107 кг/с, что потенциально позволяет достичь мощности энергоустановки в 10 МВт. Первые коммерческие поставки от ГеоЭС Cape Station, запланированы на 2026 г, а полностью ввести станцию в эксплуатацию планируется в 2028 г.

Информационно-аналитический ресурс Utility Dive
<https://www.utilitydive.com>

Калифорнийская PG&E внедряет ПО на базе генеративного ИИ на АЭС Diablo Canyon

Калифорнийская газо- и электросбытовая компания PG&E⁷ намерена в начале 2025 г. приступить к внедрению ПО Neutron Enterprise на базе генеративного ИИ, разработанного компанией Atomic Canyon⁸, на АЭС Diablo Canyon, что является

⁶ Компания-разработчик геотермальных электростанций. Особенностью проектов, реализуемых Fervo Energy, является применение горизонтального бурения скважин для добычи геотермальной энергии.

⁷ Pacific Gas and Electric Company (PG&E) – дочерняя компания корпорации PG&E Corporation – обеспечивает газо- и электроснабжение более 16 млн человек на территории площадью 181,299 тыс. км² в Северной и Центральной Калифорнии.

⁸ Калифорнийская компания – пионер в области использования ИИ в секторе атомной энергетики. Компания разрабатывает ПО на базе ИИ для атомной энергетики в сотрудничестве с операторами АЭС, производителями ядерных реакторов, государственными и национальными лабораториями.



первым коммерческим проектом установки ПО на базе генеративного ИИ на АЭС в США.

ПО Neutron Enterprise, работающее на полнофункциональной платформе ИИ, разработанной компанией NVIDIA, внедряется в систему документооборота АЭС Diablo Canyon в целях модернизации процесса поиска и извлечения документов. ПО Neutron Enterprise устанавливает новый стандарт доступа к информации и ее анализу в сфере атомной энергетики. Внедрение ПО обусловлено требованиями Федеральных и региональных нормативных актов к эксплуатирующим АЭС компаниям в части управления технической документацией, содержащей миллиарды страниц и размещенной в нескольких информационных системах.

ПО Neutron Enterprise будет интегрировано в действующие информационные системы АЭС Diablo Canyon, используя новейшие технологии оптического распознавания символов (OCR), расширенного поиска (RAG)⁹ и семейства моделей ИИ FERMI¹⁰. Это сократит время поиска нужного документа с нескольких часов до нескольких секунд. Использование многофункционального ПО NVIDIA, включая AI Enterprise, Triton Inference Server и графических процессоров NVIDIA Hopper, будет способствовать ускорению обработки данных, находящихся в нескольких хранилищах в структурированных и неструктурированных форматах.

PG&E планирует внедрить генеративный ИИ в процессы анализа данных, технического обслуживания и эксплуатации оборудования, проектирования и выполнения инженерных функций.

Официальный сайт Atomic Canyon
<https://atomic-canyon.com>

⁹ Retrieval Augmented Generation — метод работы с большими языковыми моделями, когда в ответ на запрос пользователя языковой моделью формируется ответ, в который программно добавляется информация из внешних источников для формирования более полного и точного ответа.

¹⁰ Подробная информация доступна по ссылке: <https://atomic-canyon.com/solutions>

