МИРОВОЙ ОПЫТ РОБОТИЗАЦИИ В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

ТУИТ. Доцент. **Акрамова Гульнора Абдувахидовна**
Хакимов Абдузиз Абдухамид ўғли

В глобальном масштабе наблюдается стремительный рост внедрения робототехники в экономику. По данным Международной федерации робототехники (IFR), средний мировой показатель плотности промышленных роботов достиг 162 единиц на 10 000 работников в 2023 году, что более чем вдвое превышает уровень семилетней давности. Лидерами по уровню роботизации промышленности являются страны Восточной Азии и некоторые европейские государства.

В частности, Республика Корея занимает первое место в мире с плотностью около 1012 роботов на 10 000 сотрудников в производстве, что примерно в шесть раз выше среднего мирового уровня. За ней следуют Сингапур и ряд высокоразвитых экономик, “включая Китай (470 роботов), Германию (429) и Японию (419) роботов на 10 000 работников. США замыкают десятку лидеров с показателем 295 единиц”. Столь высокая концентрация роботизированных систем свидетельствует о широком распространении автоматизации и цифровых технологий в промышленности этих стран.

В результате глобальной цифровой трансформации наблюдается своеобразная «гонка роботизации», где страны стремятся повысить конкурентоспособность своих экономик за счет автоматизации. Ниже рассмотрены лучшие практики и опыт ведущих стран – Южной Кореи, Японии, Германии, Китая и США – в области роботизации, включая влияние роботов на экономику, государственную поддержку внедрения технологий, ключевые отрасли применения и достигнутые экономические эффекты.

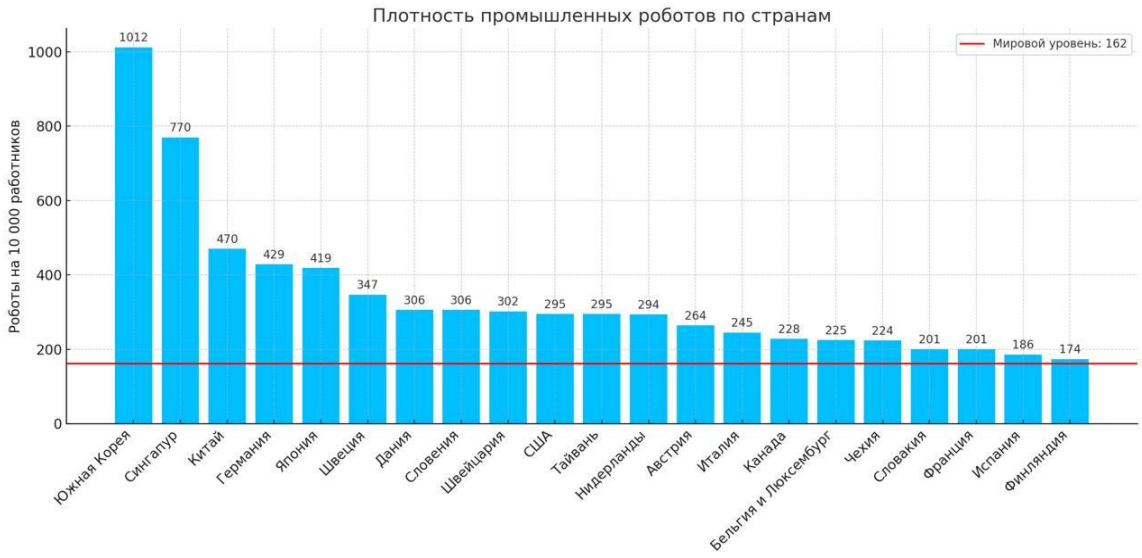

Рисунок:1.3. Плотность промышленных роботов в обрабатывающей промышленности по странам в 2023 году.[28]

Южная Корея лидирует с показателем 1012 роботов на 10 000 работников, значительно опережая остальные страны (мировой средний уровень – 162). Высокая плотность роботизации указывает на глубокую автоматизацию производства и соответствует высоким уровням производительности и технологического развития.

В глобальном масштабе наблюдается стремительный рост внедрения робототехники в экономику. По данным Международной федерации робототехники (IFR), средний мировой показатель плотности промышленных роботов достиг 162 единиц на 10 000 работников в 2023 году, что более чем вдвое превышает уровень семилетней давности. Лидерами по уровню роботизации промышленности являются страны Восточной Азии и некоторые европейские государства. В частности, Республика Корея занимает первое место в мире с плотностью около 1012 роботов на 10 000 сотрудников в производстве, что примерно в шесть раз выше среднего мирового уровня. За ней следуют Сингапур и ряд высокоразвитых экономик, “включая Китай (470 роботов), Германию (429) и Японию (419) роботов на 10 000 работниковСША замыкают десятку лидеров с показателем 295 единиц”. Столь высокая концентрация роботизированных систем свидетельствует о широком распространении автоматизации и цифровых технологий в промышленности этих стран.

Текущие тренды указывают на то, что роботизация стала неотъемлемой частью цифровой экономики: интеграция промышленных роботов с технологиями искусственного интеллекта, IoT и большими данными обеспечивает рост производительности, качество продукции и гибкость производства в условиях Четвертой промышленной революции. В результате глобальной цифровой трансформации наблюдается своеобразная «гонка роботизации», где страны стремятся повысить конкурентоспособность своих экономик за счет автоматизации. Ниже рассмотрены лучшие практики и опыт ведущих стран – Южной Кореи, Японии, Германии, Китая и США – в области роботизации, включая влияние роботов на экономику, государственную поддержку внедрения технологий, ключевые отрасли применения и достигнутые экономические эффекты.

Южная Корея является мировым лидером по уровню роботизации производства. “Экономика страны опирается на высокотехнологичные отрасли, такие как электроника и автомобилестроение, которые являются крупнейшими заказчиками промышленных роботов. Внедрение роботов позволило корейской промышленности поддерживать высокую производительность труда и качество продукции, оставаясь конкурентоспособной на глобальных рынках.

[28] Центр глобальной ИТ-кооперации. «Цифровой Узбекистан»: особенности развития и перспективные направления партнерства // Cgitc.ru, 29.01.2025. (Обзор цифровой трансформации Узбекистана; статистика ИКТ-сектора)

Плотность промышленных роботов в Республике Корея достигла рекордного уровня – более 1000 единиц на 10 000 рабочих[29]. Это отражается в ускоренном росте выпуска продукции и частичном решении проблемы нехватки рабочей силы: даже при сокращении трудоспособного населения за счет роботизации удается поддерживать объемы и эффективность производства. Роботы широко применяются не только в промышленности, но и в сфере услуг: например, в ресторанах страны уже эксплуатируется порядка 3000 сервисных роботов-официантов (против лишь 50 в 2019 году), что демонстрирует проникновение робототехники и в сервисный сектор. Таким образом, роботизация вносит значительный вклад в цифровую экономику Южной Кореи, повышая техническую оснащенность производства и стимулируя смежные отрасли (разработку ПО, датчиков, систем искусственного интеллекта и др.).

Для поддержания лидерства в робототехнике государство Южной Кореи реализует комплексную стратегию и масштабные инвестиции. Правительство официально провозгласило развитие робототехники одним из приоритетов национальной экономики, рассматривая ее как «новый двигатель роста» в условиях “Четвертой промышленной революции. В стране действует четвертый базовый план по развитию интеллектуальных роботов (2024–2028)”, [30]на реализацию которого выделено порядка 180 млрд вон (≈128 млн долл. США). [31]Кроме того, “Министерство торговли, промышленности и энергетики Республики Корея анонсировало вложения в размере 2,3 млрд долл. до 2030 года для вывода робототехнической отрасли на глобально конкурентный уровень.

Эти средства направляются на исследования, создание инновационных робототехнических продуктов, поддержку национальных производителей и подготовку кадров (планируется обучить свыше 15 000 специалистов в области робототехники).

Цель подобной господдержки – повысить производительность и решить демографические проблемы: в условиях старения населения и одного из самых низких в мире уровней рождаемости страна испытывает дефицит рабочих рук, и ставка делается на роботизацию как источник так называемого «дивиденда роботов» вместо трудового ресурса”[32]. Государство также стимулирует спрос на робототехнику: реализуются программы субсидирования предприятий (особенно малых и средних) при внедрении ими промышленных роботов, чтобы компенсировать высокие начальные затраты на автоматизацию. Благодаря этим мерам поддерживается устойчивый рост отрасли: внутренний рынок промышленных роботов Республики Корея оценивался почти в (долларов США) 0,9 млрд в 2024 году с прогнозом увеличения до (долларов США) 1,87 млрд к 2033 году (среднегодовой рост ~8,9%). Южная Корея демонстрирует, что скоординированная политика

[29] Алимбеков Ш. Значение цифровых технологий в борьбе Узбекистана с пандемией // Global Times (Китай), 12.04.2021. (Статистика доли цифровой экономики в ВВП Узбекистана; проблемы цифровизации)
[30] asianroboticsreview.com
[31] ifr.org
[32] asianroboticsreview.com

государства в связке с частным сектором может обеспечить как высокую степень роботизации производства, так и расширение применения роботов в новых сферах экономики.

Япония – одна из первых стран, внедривших робототехнику в промышленность в массовом масштабе, и на протяжении десятилетий остается мировым технологическим лидером в этой сфере. Сегодня Япония занимает пятое место в мире по плотности промышленных роботов (419 единиц на 10 000 работников), “Одновременно являясь крупнейшим производителем роботов: японские фирмы (Fanuc, Yaskawa, Kawasaki, и др.) выпускают около половины всех промышленных роботов в мире. Широкое внедрение роботизированных комплексов в автомобилестроении (Toyota, Honda и др.) и электронике позволило Японии поддерживать высокую производительность и качество продукции даже в условиях удорожания труда и старения населения.

Роботизация стала неотъемлемой частью японской модели производства (например, концепции «бережливого производства»), обеспечивая автоматизацию сборочных линий, снижение издержек и превосходное качество, что укрепило позиции японских товаров на глобальных рынках. Кроме того, “японское общство воспринимает роботов как важный элемент будущей экономики – от этого родилось видение «Общество 5.0», где киберфизические системы и робототехника интегрированы во все сферы жизни. В рамках этой концепции роботы рассматриваются не только как средство повышения эффективности промышленности, но и как помощники человека в повседневной жизни, логистике, медицине и обслуживании[33].

Государственная политика Японии направлена на всестороннюю поддержку робототехники как ключевого сектора цифровой экономики. Еще в 2015 году Министерство экономики, торговли и промышленности (METI) утвердило «Новую робототехническую стратегию», призванную сделать Японию ведущим мировым центром инноваций в робототехнике. Стратегия предусматривает лидерство в применении роботов и их интеграции с интернетом вещей, а также формирование «общества без барьеров для роботов» – то есть активное внедрение сервисных робототехнических решений в социальную сферу”[34].

Например, с 2021 года в Японии работает платформа по связке учреждений, нуждающихся в роботах по уходу, с технологическими компаниями, готовыми их предоставить. Также запущена амбициозная долгосрочная программа Moonshot R&D (2020–2050 гг., бюджет ~25 млрд иен ≈ 440 млн долл.), в рамках которой финансируются прорывные исследования для создания к 2050 году интеллектуальных роботов нового поколения, способных обучаться, адаптироваться и безопасно взаимодействовать с людьми. Благодаря таким мерам Япония сохраняет за собой статус технологического лидера: национальная робототехническая индустрия не только удовлетворяет внутренний спрос, но и экспортирует продукты по всему миру.

[33] nasdaq.com
[34] nasdaq.com

Роботизация в Японии способствует смягчению негативных демографических тенденций (сокращения рабочей силы) за счет повышения производительности и автоматизации рутины, а также открывает новые рынки – от персональных бытовых роботов до роботизированных систем в сельском хозяйстве – тем самым укрепляя цифровую экономику страны.

Германия традиционно является ведущей промышленной державой Европы и одним из пионеров концепции «Индустрия 4.0», которая подразумевает цифровизацию и автоматизацию производственных процессов. Немецкая экономика, опирающаяся на машиностроение и автомобилестроение (концерны Volkswagen, BMW, Daimler и др.), активно внедряет промышленных роботов для повышения эффективности и качества продукции.

“Сегодня Германия занимает 4-е место в мире по плотности роботизации (примерно 429 роботов на 10 000 работников) и остается крупнейшим рынком роботов в Европе – на нее приходится около трети всех действующих промышленных роботов европейских стран”.[35] Ежегодно на германских предприятиях устанавливается около 25–26 тысяч новых роботов, главным образом в автомобильной промышленности и металлообработке. Роботизация позволила немецким компаниям сохранять конкурентоспособность несмотря на высокие затраты на труд: автоматизированные заводы достигают высокого качества продукции и производительности, а также гибкости в производстве широкой номенклатуры изделий.

В рамках политики «Индустрии 4.0» немецкие производители интегрируют роботов с цифровыми системами управления, что приводит к появлению умных фабрик (smart factories), где значительная часть процессов – от сборки до логистики – выполняется автоматически с минимальным участием человека. Это повысило эффективность производства и стимулировало спрос на высококвалифицированных ИТ-специалистов и инженеров в области робототехники и автоматизации.

Осознавая стратегическую важность роботизации, Германия активно поддерживает разработки и внедрение робототехники на государственном уровне, хотя ее подход несколько отличается от азиатских стран-лидеров. В фокусе – стимулирование исследований и инноваций. Действующая общефедеральная Высокотехнологичная стратегия 2025 предусматривает финансирование НИОКР в области ключевых технологий, включая робототехнику, в размере €350 млн (до 2026 г.).

В 2023 году правительство утвердило план действий по исследованиям в области робототехники, направленный на объединение ведущих исследовательских центров (создается сеть “Robotics Institute Germany”), подготовку кадров и ускорение внедрения результатов исследований в промышленность.

На уровне Европейского союза Германия участвует в программе Horizon Europe, в рамках которой на направления, связанные с искусственным интеллектом, данными и робототехникой, выделено около €174 млн на 2023–2025 годы. Также внедряются

[35] ifr.org

государственные инициативы по цифровизации промышленности, предоставляются гранты и льготные кредиты предприятиям на модернизацию оборудования. “Несмотря на значительные усилия, эксперты отмечают, что темпы роста роботизации в Германии в последние годы несколько уступают азиатским лидерам. Среднегодовой прирост плотности роботов в немецкой промышленности оценивается лишь в 3–5%, тогда как в Китае и Республике Корея он двузначный”[36].

Такие тенденции вызывают обеспокоенность относительно возможного отставания Германии в долгосрочной перспективе, поэтому правительство стремится нарастить инвестиции и поощрять внедрение передовых решений (например, коллаборативных роботов, ИИ в производстве) для сохранения лидерства. В целом же, опыт Германии показывает, что сочетание богатой промышленной базы, концепции цифровизации («Индустрия 4.0») и государственной поддержки исследований позволяет интегрировать роботизацию в экономику эволюционным путем – повышая конкурентоспособность и не провоцируя резких социальных потрясений на рынке труда.

Стремительная роботизация в КНР тесно связана с трансформацией ее экономики–переходом от трудоёмкого производства к высокотехнологичному. Влияние на экономику очевидно: автоматизация позволила значительно повысить производительность в промышленности, улучшить качество продукции и компенсировать рост затрат на рабочую силу. Китайские предприятия, особенно в таких отраслях как электроника, автомобилестроение, металлургия и производство бытовой техники, массово внедряют роботизированные линии, чтобы справиться с возрастающими затратами на труд и дефицитом квалифицированных рабочих. “Роботы помогают закрывать разрыв в производительности и частично решают демографический вызов: численность трудоспособного населения Китая уже начала сокращаться, и правительство рассчитывает получить «дивиденды» от роботизации, заменив ею уменьшающуюся рабочую силу[37].

Согласно оценкам, в 2025 году “Китаю может недоставать почти 30 миллионов рабочих в промышленности, и роботы рассматриваются как ключевое решение этой проблемы.

Такие впечатляющие успехи Китая в роботизации во многом обусловлены целенаправленной и мощной поддержкой со стороны государства. Роботы и автоматизация провозглашены стратегическим приоритетом на самом высоком уровне: еще в плане развития на «13-ю пятилетку» (2016–2020) были заложены цели по удвоению плотности роботов, а инициатива «Made in China 2025» (Сделано в Китае 2025) выделила робототехнику среди десяти ключевых отраслей для технологического лидерства”[38]. Действующая 14-я пятилетка (2021–2025) содержит специальную программу развития робототехнической индустрии, направленную на превращение Китая в мирового лидера по технологиям и производству роботов. В

[36] xpert.digitalxpert.digital
[37] chinatalk.mediachinatalk.media
[38] chinatalk.media

рамках этой программы финансируются инновации, локализация производства ключевых компонентов и продвижение научных исследований; например, в 2024 году обновлен специальный проект по интеллектуальным роботам с бюджетом около 329 млн юаней (≈45 млн долл.), призванный развивать передовые технологии (включая обучаемый ИИ для робототехники) и критически важные для экономики сектора.

Государственная поддержка носит многоуровневый характер: региональные власти десятков провинций и городов стимулируют роботизацию на местах. “По данным аналитиков, как минимум 21 город и 5 провинций Китая предоставляют субсидии компаниям на приобретение и внедрение промышленных роботов. Например, город Дунгуань (промышленный центр в Гуандуне) реализует программу «от человека к машине», в рамках которой выделяется фонд ~200 млн юаней ежегодно для возмещения предприятиям части затрат на роботизацию производственных линий. Многие технологические зоны (например, Сонгшан в пров. Гуандун) создают инкубаторы робототехники, предлагая льготные условия для стартапов и привлекая талантливые кадры.

Параллельно Китай стимулирует развитие национальных производителей роботов – за последнее десятилетие появились тысячи новых компаний в этой сфере (с 2017 г. более 3400 робототехнических стартапов), а доля отечественных роботов на внутреннем рынке выросла с 25% в 2013 г. до 36% в 2022 г.[39] Таким образом, государственная политика сочетает стимулирование спроса (субсидии, программы модернизации заводов) с поддержкой предложения (инвестиции в R&D, создание технопарков и льгот для производителей).

Экономический эффект от роботизации в Китае проявляется в повышении технологической независимости (меньшая зависимость от импорта оборудования), росте производительности и качества в промышленности, а также в формировании новой высокотехнологичной отрасли – роботостроения – которая дает стране дополнительные рабочие места в сфере высоких технологий и экспортные возможности. Китайский опыт демонстрирует, как масштабные инвестиции и государственная воля могут в короткие сроки радикально повысить уровень автоматизации экономики, заложив основу для новой индустриальной революции в цифровую эпоху.

Соединенные Штаты Америки занимают особое место в мировом опыте роботизации. С одной стороны, уровень внедрения промышленных роботов в США несколько ниже, чем у лидеров в Азии или Европе (в 2023 году – 295 единиц на 10 000 работников, 10-е место в мире). Исторически это связано с тем, что значительная часть трудоемких производств была выведена из США за рубеж в последние десятилетия. С другой стороны, США являются одним из главных инноваторов и разработчиков робототехники, задающих технологические тренды.

Американские компании и исследовательские центры лидируют в таких областях, как программное обеспечение для робототехники, автономные системы,

[39] chinatalk.media

военные и космические роботы, роботизированная логистика и др. В последние годы в США наблюдается новый виток интереса к промышленной роботизации в контексте стремления вернуть производство (reshoring) и повысить его эффективность с помощью современных технологий. “По данным IFR, США находятся на 3-м месте в мире по годовым объемам установки новых роботов (уступая лишь Китаю и, примерно, Японии): в 2022 году американские предприятия установили около 39 тыс. промышленных роботов, что стало новым рекордом.

В результате таких мер и частной активности, США сохраняют за собой ведущую роль в разработке робототехники (по количеству патентов и стартапов в этой области) и постепенно наращивают внедрение роботов в реальный сектор. Вклад роботизации в экономику США проявляется через рост производительности в высококонкурентных отраслях (автостроение, электроника), улучшение условий труда (роботы берут на себя опасные и тяжелые операции) и появление новых секторов цифровой экономики, связанных с робототехникой – от сервисных роботов и домашних ассистентов до систем искусственного интеллекта, управляющих роботизированными устройствами.

Мировой опыт показал, что роботизация стала важнейшим фактором развития цифровой экономики и промышленности в XXI веке. Страны-лидеры – Южная Корея, Япония, Германия, Китай, США – продемонстрировали разные подходы к внедрению робототехники, обусловленные их экономическими условиями и стратегическими приоритетами, но всех их объединяет понимание высокой отдачи от инвестиций в автоматизацию.

Экономические эффекты роботизации проявляются в росте производительности труда, повышении конкурентоспособности национальных товаров на мировом рынке, ускорении инноваций и даже смягчении негативных демографических тенденций за счет замещения сокращающейся рабочей силы интеллектуальными машинами. При этом государства играют ключевую роль в стимулировании этих процессов: через прямое финансирование исследований и разработок, налоговые льготы и субсидии для бизнеса, создание благоприятной нормативной базы и поддержку интеграции роботов в различные отрасли.

Проведённый анализ показал, что роботизация становится неотъемлемым компонентом цифровой экономики и важнейшим фактором её устойчивого развития как на глобальном уровне, так и в контексте Республики Узбекистан.

Опыт развитых стран (Южной Кореи, Японии, Германии, Китая и США) демонстрирует, что масштабная и последовательная государственная поддержка роботизации способствует росту конкурентоспособности национальных экономик, созданию новых отраслей и рабочих мест, решению демографических и логистических вызовов. Эти страны разработали комплексные стратегии, инвестируют в НИОКР, стимулируют спрос на робототехнику и развивают системы образования, обеспечивая тем самым устойчивый рост. Анализ показывает, что роботизация в этих странах влияет не только на промышленность, но и на общественные институты, способствуя формированию инновационного уклада.

В Узбекистане, несмотря на низкий уровень текущей плотности роботизации, уже сформирована нормативно-правовая база и реализуются программы, направленные на развитие цифровой экономики и автоматизации производства. Первые примеры внедрения роботов в промышленность, медицину и сферу услуг свидетельствуют о том, что республика уверенно движется к формированию цифровой инфраструктуры. Однако сохранение текущей инерции без активных действий может привести к отставанию в условиях глобальной «гонки за автоматизацию».

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

Законы, Указы и Посатановления

I. Нормативно-правовые акты Республики Узбекистан:

1. Закон Республики Узбекистан «О пожарной безопасности» № ЗРУ-226. – Ташкент: Национальное информационно-правовое агентство “Lex.uz”, 2009. – С. 4.

2. Закон Республики Узбекистан «О стратегическом планировании в Республике Узбекистан» № ЗРУ–564 от 18 сентября 2019 года.

3. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 28 февраля 2022 г. № 94 «О мерах по ускоренному внедрению инновационных и цифровых технологий в реальный сектор экономики».

4. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан от 30.04.2021 г. № 265 «О мерах по цифровизации производственных процессов в промышленности».

5. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан № 649 от 20.10.2020. – Ташкент: Издательство Министерства юстиции РУз, 2020. – С. 5.

6. Постановление Президента Республики Узбекистан от 06.10.2020 г. № ПП–4851 «О мерах по ускоренному развитию цифровой трансформации отраслей».

7. Постановление Президента Республики Узбекистан от 28.12.2020 г. № ПП–4934 «О мерах по ускоренному развитию цифровой экономики и внедрению цифровых технологий в 2021–2023 годах».

8. Указ Президента Республики Узбекистан от 5 октября 2020 года № УП–6079 «О мерах по дальнейшему развитию цифровой экономики и сферы информационно-коммуникационных технологий».

9. Data Bridge Market Research. Pharmaceutical Robots Market – Industry Trends and Forecast to 2030 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.databridgemarketresearch.com (дата обращения: 15.05.2025).

10. Емельянов С. А. Роботизация экономики: теория и практика. – Москва: Наука, 2021. – С. 103.

11. Кузнецова А. Д. Экономическая эффективность внедрения роботов-манипуляторов в промышленное производство в развитых странах // Молодой ученый. – 2019. – № 40 (278). – С. 58–60. – URL: https://moluch.ru/archive/278/62770/ (дата обращения: 15.05.2025).

12. McKinsey & Co. A future that works: Automation, Employment, and Productivity. – New York: MGI, 2017. – C. 38.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. https://jurabek.uz/o-nas.
2. https://president.uz/en/lists/view/4521
3. https://www.uzdaily.uz/en/post/68434/
4. https://daryo.uz/en/2023/11/18/2nd-pharma-uzbekistan-and-central-asia-congress-in-uzbekistan-drives-innovation-in-pharmaceutical-sector

Global Science Publication